

ა ნ ზ ა ნ ი

ქართული		რუსული		ლათინური			გერმანული		
ა	ა	А	а	A	a	ა	A	a	ალფა
ბ	ბ	Б	б	B	b	ბე	B	ß	ბეტა
გ	გ	В	в	С	с	ცე	Г	γ	გამა
დ	დ	Г	г	D	d	დე	Δ	δ	დელტა
ე	ე	Д	д	E	e	ე	E	ε	ეფსიონი
ე	ე	Е	е	F	f	ფე	Z	ζ	ძეტა
ზ	ზ	Ё	ё	G	g	გე	H	η	ჰეტა
თ	თ	Ж	ж	Н	h	ნეპ	Θ	θ	თეტა
ი	ი	З	з	Ј	i	ი	Ι	ι	იოტა
კ	კ	И	и	Ј	j	ქი	K	κ	კაპა
ლ	ლ	Й	й	K	k	კა	Λ	λ	ლამბდა
მ	მ	К	к	L	l	ელ	M	μ	მიუ
ნ	ნ	Л	л	M	m	ემ	N	ν	ნიუ
ო	ო	М	м	N	n	ენ	Ξ	ξ	ქსი
პ	პ	Н	н	O	o	ო	O	ο	ომიკრონი
ჟ	ჟ	О	о	P	p	პე	Π	π	პი
რ	რ	П	п	Q	q	ქე	P	ρ	რო
ს	ს	P	p	R	r	რე	Σ	σ	სიგმა
ც	ც	С	с	S	s	ეს	T	τ	ტეუ
ჭ	ჭ	Т	т	T	t	ტე	Υ	υ	იუსიონი
ყ	ყ	У	у	U	u	უ	Φ	φ	ფი
ქ	ქ	Ф	ф	V	v	ვე	X	χ	ხი
ღ	ღ	Х	х	W	w	ღებრეკე	Ψ	ψ	ფსი
ყ	ყ	Ц	ц	X	x	იქს	Ω	ω	ომეგა
შ	შ	Ч	ч	Y	y	იგრეკე			
ჩ	ჩ	Ш	ш	Z	z	ზეტ			
ც	ც	Щ	щ						
ძ	ძ	Ъ	ъ						
წ	წ	Ы	ы						
ჭ	ჭ	Ь	ь						
ხ	ხ	Э	э						
ჯ	ჯ	Ю	ю						
კ	კ	Я	я						

ნ. თეჯუაძე

მეცნიერებისა და ტექნიკის დამსახურებული ნიღვაწი.
ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი. პროფესორი

ს ა ი ნ ჟ ი ნ რ ო გ ე ო დ ე ზ ი ა

VII

(საყრდენი კანკაბი, მანძილსაზომები და
მანძილზომები, სანიველო და სანიველირო
ინსტრუმენტები)

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალუ-
რი განათლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია სა-
ხელმძღვანელოდ უმაღლესი ტექნიკური სასწავლებლე-
ბის სტუდენტებისათვის

საინჟინრო გეოდეზიის მეშვეობით ნაწილში განხილულია საყრდენი პუნქტების სხვადასხვა სახეობები; უშუალოდ მანძილსაზომი ინსტრუმენტები (კვერთხები, ბაფთები, რულეტი, საბაზისო ხელსაწყოები), მათი კომპარირება, გამოყენება და განაზომთა დამუშავება; გეომეტრიული მანძილზომები (მულტიეკუთხიანი და მულტიგეზაზისიანი-მაფეხიანი და ოპტიკური); ტაქსომეტრები (აერომატი და ნახევრად აერომატი); კუთხდამზადების ინსტრუმენტები (შენზულა, კიპრეგელი); ნიველირები (პილაროსტატიკური, საბრუნაკკოგრიანი რევერსიული თარაზოთი, ცალინდრული თარაზოთი, თვითმომწე სობადი და დაბრილი ს.მიზნე სხივით). სახელმძღვანელოში მოცემულია ზემოთ მოყვანილი ინსტრუმენტების ძეგორია და პრაქტიკა (შემოწმებები, გამოკვლევები, გამოყენება და სხვა).

შ ი ნ ა რ ს ი

თ ა ვ ი I

მანძილის გაზომვის ხაყითხისათვის

7	1.	1.	გეოდეზიური ნიშნების სასწრაფო და წერტილებზე მათი დაყენება	8
		A.	ხის პალო ლურსმნით, დარაჯითა და სარით. გეოდეზიური სარი. სარყე ანუ ლატანი. ხის პირამიდა. შტატივი მარკით	9
		B.	ენება ტრიანგულაციის პუნქტის, საორიენტირო პუნქტისა და ასტრონომიული სვეტის შესახებ	11
		ა.	ტრიანგომეტრიული და საორიენტირო პუნქტების ცენტრები	13
		ბ.	ასტრონომიული სვეტი	15
		ც.	საქალაქო და სამარკშეიდერო ტრიანგულაციის პუნქტების ცენტრები	16
		დ.	ტრიანგულაციის პუნქტების გარე ნიშნები	17
		I.	მარტივი პირამიდები	
		1.	ხის ოთხწახნაგა მარტივი პირამიდა	19
		2.	ხის ოთხწახნაგა მარტივი პირამიდის გაანგარიშება	21
		3.	ხის ოთხწახნაგა მარტივი პირამიდის ადგილზე დაყვება	22
		4.	ხის სამწახნაგა პირამიდა	24
		5.	ლითონის სამწახნაგა პირამიდა	24
		II.	მარტივი, რთული და რთული სიგნალი შუალედი სვეტებით	
		III.	გეოდეზიური პუნქტების აგება	
		C.	პოლიანგომეტრიული პუნქტები	29
		D.	სასიმალო სანიველო საფუძვლის ნიშნები	31
		ა.	ფუნდამენტური რეპერები	31
		ბ.	კედლის მარკა და რეპერი	33
		ც.	გრუნტის რეპერები	33
		დ.	ღრობებითი სასიმალო ნიშნები	34
		7.	1. 2. ხაზების დასარვა	34
		7.	1. 3. ხაზების დასარვის შემთხვევები	37
		A.	დასმული ორი სარის მიხედვით ხაზის გაგრძელება	37
		ა.	ვაკე ადგილზე დასმული ორი სარის მიხედვით ხაზის გაგრძელება	37
		ბ.	ხეობის ერთ მხარეზე დასმული ორი სარის მიხედვით ხაზის გაგრძელება მის მეორე მხარეზე	39
		ც.	ხაზის გაგრძელება მცირე დაბრკოლების გადალახვით	39
		B.	ორ დასმულ სარს შორის ხაზის დასარვა	39
		ა.	ვაკე ადგილზე დასმულ ორ სარს შორის ხაზის დასარვა	40
		ბ.	ორ მიუდგომელ წერტილს შორის ხაზის დასარვა	41
		ც.	ორ ურთიერთ უხილავ წერტილს შორის მალლობის დასარვა	42
		დ.	ხეობის ორივე მხარეზე დასმულ სარებს შორის ხაზის დასარვა	44
		ე.	ხაზის დასარვა, როცა მოცემულ წერტილებს შორის დაბრკოლებაა	45
		ფ.	ხაზის დასარვა ტყეში	45

თ ა ვ ი II

მანძილების უშუალოდ საზომი ინსტრუმენტები და ხელსაწყოები. მათი გამოყენება

7.	2.	1.	უმარტივესი ხერხით მანძილების გაზომვა	49
		7.	2. 2. საშუალო სიზუსტის პირდაპირი (მექანიკური) ხერხით ხაზების გასაზომი ინსტრუმენტები და ხელსაწყოები	53

A. საზომი კვრთხები	57
a. საზომი კვრთხების კომპარირება	58
b. შეშობის წესრიგი საზომი კვრთხებით სახის გაზომვის დროს	58
B. საზომი ბაფთა	57
a. ბაფთის დათვლიერება და კომპარირება	59
I. შენობის იატაკზე ან სწორ და ვახუფთაგებულ გზაზე ბაფთის კომპარირება	61
II. ბაფთის კომპარირება სტაციონარულ კომპარატორზე	62
III. საველე კომპარატორზე ბაფთის კომპარირება	64
b. ბაფთით ხაზის გაზომვა	72
c. ბაფთით ხაზის განაზომის შეკუმშვის წყაროები	76
d. ბაფთით ხაზის განაზომების დამუშავება	79
I. ხაზის განაზომის შესწორება ბაფთის კომპარირების, ტემპერატურის და დაკონკრეტის შესწორების შესაბამისად	80
II. ხაზის დაგეგმვა მისი საშუალო ნაწილის დონებრივ სიბრტყეზე	83
III. ხაზის კვედბულის ძირითად დონებრივ ზედაპირზე დაყვანა	85
IV. ძირითადი დონებრივი ზედაპირიდან ხაზის დაყვანა სიბრტყეზე გაუსტა პოვრეკეებში	86
C. საზომი ზრულეტი	83
7. 2. 3 პირდაპირი (მეგანიკური) სერვით ხაზების გასაზომი უდიდესი სიხუსტის ინსტრუმენტები და ხელსაწყოები	89
A. საბაზისო ხელსაწყო შემადგენლობა	91
B. კომპარატორები	94
7. 2. 4 პირველი ტიპის კომპარატორები	95
A. ლაბორატორიულ კომპარატორზე ეტალონით ნორმალური საზომის კომპარირება	97
B. ეტალონით ლაბორატორიული კომპარატორის სიგრძის განსაზღვრა და ამ უკანასკნელთ საზომი მათეულების კომპარირება	100
C. საკონტროლო ბაზისი და საველე კომპარატორი. მათეულია და ზაფთის კომპარირება	102
7. 2. 5 საზომხელსაწყოდ მათეულების გამოყენების თეორიული საფუძვლები	103
7. 2. 6. ბაზისის გაზომვა	111
7. 2. 7. ბაზისის სიგრძის გამოთვლა	117
7. 2. 8. ბაზისის სიგრძის განაზომის სიხუსტის შეფასება	122
7. 2. 9. მეორე ტიპის (ინტერფერენციული) კომპარატორები	135
A. სინათლის ეტალონები	135
B. ინტერფერენციული მეთოდით მანძილების განსაზღვრა	137
a. გამოსავალი ეტალონის კომპარირების აბსოლუტური მეთოდი	139
b. გამოსავალი ეტალონის კომპარირების ფარდობითი მეთოდი	143
c. გამოსავალი ეტალონის კომპარირების დიფერენციული მეთოდი	144
C. საზომების კომპარირება ინტერფერენციულ კომპარატორზე	146

თ ა ვ ი III
გეომეტრიული მანძილზომები

მ-2 სკეჩი

7. 3. 1. გეომეტრიული მანძილზომების ზოგადი თეორია	151
7. 3. 2. მუდმივეთხიანი მანძილზომები	155
A. ძაფებიანი	155
a. გარე ფოკუსთვაწყოებიანი კოგრში	155
b. პირის სისტემის ანალატიური მანძილზომი	162
c. ძაფებიანი მანძილზომი შიგა ფოკუსთვაწყოებიანი კოგრში	164
d. მანძილზომით გაზომილ მანძილში შეწორების შეტანა ხაზის დახრილობისათვის	168
e. სამანძილო ძაფების საჭირო სისქე	173
f. ლარტის დანაყოფების სიდიდის განსაზღვრა, მანძილზომით მუშაობის წესრიგი	174

ყ. მუდმივქუთხიანი მანძილზომების სიზუსტე და ნაკლი	177
h. ძაფებიანი მანძილზომი ტრანსვერსალური ლარტყით .	183
B. ჩუღმი ვეკუთხიანი ოპტიკური მანძილზომები	185
ა. ორმაგგამოსახულებიანი მანძილზომი ერთი ოპტიკური სოლით .	189
b. დიფერენციალური მანძილზომი DH-04 (ძველი დასახ. DD-3)	192
c. დიფერენციალური მანძილზომი DH-10 (ძველი დასახ. DD-5)	195
d. ავტორედუქციული მანძილზომი DH-06 (ძველი დასახ. DAP-100)	202
e. ორმაგგამოსახულებიანი მანძილზომი ცელებადი ბაზისით—ინსტრუმენტი DB-20 (ძველი დასახ. JBF)	206
f. ოგვე DIM	210
7. 3. მუდმივბაზისიანი მანძილზომები	212
A. ძაფებიანი მანძილზომი ტრანსვესური ხრანსით .	212
B. მუდმივბაზისიანი ოპტიკური მანძილზომები	216
ა. ბელიცინის სისტემის ორმაგგამოსახულებიანი, მუდმივბაზისიანი ოპტიკური მანძილზომი JHB-2 ლარტყით გასაზომი ხაზის ბოლოში	218
b. ორმაგგამოსახულებიანი მუდმივბაზისიანი ოპტიკური მანძილზომი ლარტყით ხაზის ბოლოში DH-02 (ძველი დასახ. CTD)	217
7. 3. 4. გეომეტრიული მანძილზომების შეწონებებისა და გამოყენებების შესახებ	246

თ ა ვ ი V

ტაქეომეტრები

7. 4. 1. ტაქეომეტრ-ავტონატების ზოგადი თეორია	250
A. ტაქეომეტრ-ავტონატი დელტა-020 (Dahlta-020)	254
B. ტაქეომეტრ-ავტონატი TA-2	256
C. ტაქეომეტრ-ავტონატი წრფილი დიაგრამით TA-D1	259
7. 4. 2. ნახევრად ავტონატი ტაქეომეტრები	260
A. რედუქციული ტაქეომეტრი რედტა-002 (Redta-C02)	266
B. ბაზისიანი რედუქციული ტაქეომეტრი BRT-006 .	266

თ ა ვ ი V

კუთხდაზომი ინსტრუმენტები

7. 5. 1. მენზულა და მისი ხელსაწყოები	272
7. 5. 2. კიპრეველები	274
A. კიპრეველი KB-1)	274
B კიპრეველ-ავტონატი KB-1 (ნახ. 2)	275
C. კიპრეველ-ავტონატი KB-2 (ნახ. 4) .	270
5. 3. მენზულისა და კიპრეველების შემოწმება	278
A. მენზულის შემოწმება	278
B. მენზულის ხელსაწყობების შემოწმება	279
C. KB, KB-1, KB-2 კიპრეველების შემოწმებები	279
7. 5. 4. მაგიდულა KARTJE-250.	282

თ ა ვ ი VI

გეომეტრიული ნიველოზისათვის საჭირო ინსტრუმენტები

მე-7 სვ

7. 6. 1. გეომეტრიული ნიველოზისათვის საჭირო უმარტივესა ინსტრუმენტები .	284
A. პიდროსტატიკული ნიველირი .	284
B. ვატერპასი	290
6. 2. გეომეტრიული ნიველოზისათვის საჭირო ლარტყები	292
A. ჩვეულებრივი სანიველო ლარტყები	292
B. სანიველო ლარტყის სამუშაო სივრძე	296
C ლარტყის დაყენება ნიველობის დროს	297
ა. ლარტყაზე თარაზის საპირისპირის შესახებ	298

ბ. შემთხვევა, როდესაც ლარტყაზე არ არის თარაზი	399
D. სპეციალური სანიველო ლარტყები	300
E. ლარტყების შემოწმება და გამოკვლევა .	303
7. 6. 3. ნიველირები. მათი კლასიფიკაცია .	316
7. 6. 4. საბრუნოგრიანი ნიველირი რევერსული თარაზოთი	319
7. 6. 5. ცილინდრულთარაზოიანი ნიველირები	324
7. 6. 6. ცილინდრულთარაზოიანი ნიველირების ზოგადი გამოკვლევები	342
7. 6. 7. ცილინდრულთარაზოიანი ნიველირების შემოწმება და შესწორება	346
A. ცილინდრულთარაზოიანი ხშული ნიველირების შემოწმება და შესწორება . . .	346
B. ცილინდრულთარაზოიანი გ. დასადებუოგრიანი ნიველირების შემოწმება და შესწორება	353
7. 6. 8. თვითმომწესობადი (ავტორელექციული) ანუ კომპენსატორიანი ნიველირები	358
7. 6. 9. ნიველირები დახრილ სამიზნე სხივით	372
7. 6. 10. ნიველირების ლაბორატორიული და საველე გამოკვლევები	383
7. 6. 11. ინსტრუმენტების მოვლა .	399
გამოყენებული ლიტერატურა	403

განძილის გაზომვის საკითხისათვის

✓ დედამიწის ნამღვლი სახისა და ოდენობის დადგენის, გეგმების, რუკების, პროფილების შედგენისა და დაკვალვითი სამუშაოებისათვის აუცილებელი გაზომვებიდან ერთ-ერთ ძირითად, შრომატევად, ძნელ და უაღრესად სპასუხისმგებლო სახეს წარმოადგენს ხაზოვანი გაზომვა. ისევე, როგორც საერთოდ გეოდეზიურ განაზომებში, აქაც შემთხვევითი შეცდომები უცილობელია, ხოლო დანარჩენი სახის შეცდომებს ადგილი არ უნდა ჰქონდეს.

განაზომთა შეცდომების თეორიის კურსიდან ცნობილია (III ნ.) გაზომვების დაყოფა სხვადასხვა ნიშან-თვისების მიხედვით. აქ განიხილება ხაზების პირდაპირი (მეჭანიკური) და არაპირდაპირი (ანალიზური და ინსტრუმენტული) გაზომვების ხერხებთან დაკავშირებულ საკითხები. მაშასადამე, ნიშან-თვისებად მიღებულია ხაზების განაზომების მიღების გზა-ხერხი. პირველ შემთხვევაში საზომი უშუალოდ შედარებულია გასაზომ ხაზთან, რითაც ირკვევა განხილად ხაზში რამდენჯერ მოთავსდება საზომი. ამ გზით მიღებული განაზომის სიზუსტე დამოკიდებულია საზომი ინსტრუმენტის სიზუსტეზე, მზომავის გამოცდილებასა და მონდობებაზე, გაზომვის მეთოდზე, გასაზომი ხაზის უცვლელობასა და გარემოს პირობებზე, რომელშიც ხდება გაზომვები.

არაპირდაპირი (ანალიზური) ხერხით ხაზის ოდენობა ისაზღვრება მასთან გეომეტრიულად დაკავშირებული უშუალოდ განაზომი ელემენტების (კუთხეები, ბაზისები) გარკვეულ ფორმულაში შეტანისა და ამოხსნის შედეგად, ხოლო ინსტრუმენტული ხერხის გამოყენების დროს ხაზის იგივე ელემენტები ან სხვიის გავრცელების დრო იზომება გეომეტრიული ან ფიზიკური მანძილზომებით. ცხადია, განხილადი ხაზის გამონათვალის სიზუსტე დამოკიდებული იქნება უშუალო განაზომ ელემენტთა სიზუსტესა და აღნიშნული ფორმულის სრულყოფაზე.

✓ ადგილზე იზომება კონტურების შესაბამისი თარახული და ვერტიკალური სიმრუდის მქონე ხაზების სწორი მონაკვეთები. ამისათვის პირველ რიგში საჭიროა ადგილზე რეკოგნოსტირება ანუ წერტილების შერჩევა-აღნიშვნები და დასარგები. გეოდეზიური საფუძვლის შექმნის დროს საჭიროა მაღალი სიზუსტით დიდ სივრცეებზე წერტილების შერჩევა და საგანგებო კონსტრუქციის ნიშნებით აღნიშვნა. საგგვებებისათვის კი — შედარებით მოკლე ხაზების ბოლოების ადგილზე შერჩევა, დანიშვნა-დამაგრება,

აქ განიხილება მხოლოდ გეოდეზიაში მიღებული ნიშნების კონსტრუქციებისა და ადგილზე მათი დაყენების საკითხი. ადგილზე წერტილებისა და საჭირო ნიშნების შერჩევის (რეკოგნოსტირების) საკითხები განიხილება სხვა-

დასხვა მიზნისათვის საჭირო საგანგებო გეოდეზიური საფუძვლის შექმნის, აგეგმვებისა და დაკვლევების საკითხების განხილვის დროს.

ცხადია, გეოდეზიური ნიშნები ერთნაირად გამოიყენება აგრეთვე კუთხეებისა და წერტილთა ნიშნულების განსაზღვრისათვის.

7.1.1. გეოდეზიური ნიშნების სახეობები და წერტილუბზე მათი დაყენება

საყრდენი და წვლილადი წერტილების დანიშვნის, კონტურების გამოყოფისა და წრფეების ზუსტი დაკვალვისათვის იყენებენ როგორც ბუნებრივ (არა სპეციალურად აშენებულ), ისე ხელოვნურ ნიშნებს. მაგალითად, ბუნებრივი ნიშნებია: ტელეანძა, რადიოანძა, ქარხნის მილი, მალღიე შენობა, ცალკეული ხე, საშოშის ლატანი და სხვა. ეს ნიშნები სოკრიენტაციოდ და სხვა არსებითი მნიშვნელობის გამო, როგორც წვლილადები, შეიტანება გეგმაში.

დროებითი მნიშვნელობის ხელოვნური ნიშნებია: ცენტრების და სანიშნავად — ხის პალო, რკინის პალო, ყორღანი, მიწაში ჩაფლული ქვა, კვალი (ნალარი), ბაწარი, დანიშვნა ცარცით, საღებავით, ფერადი ფანქრითა და სხვა.

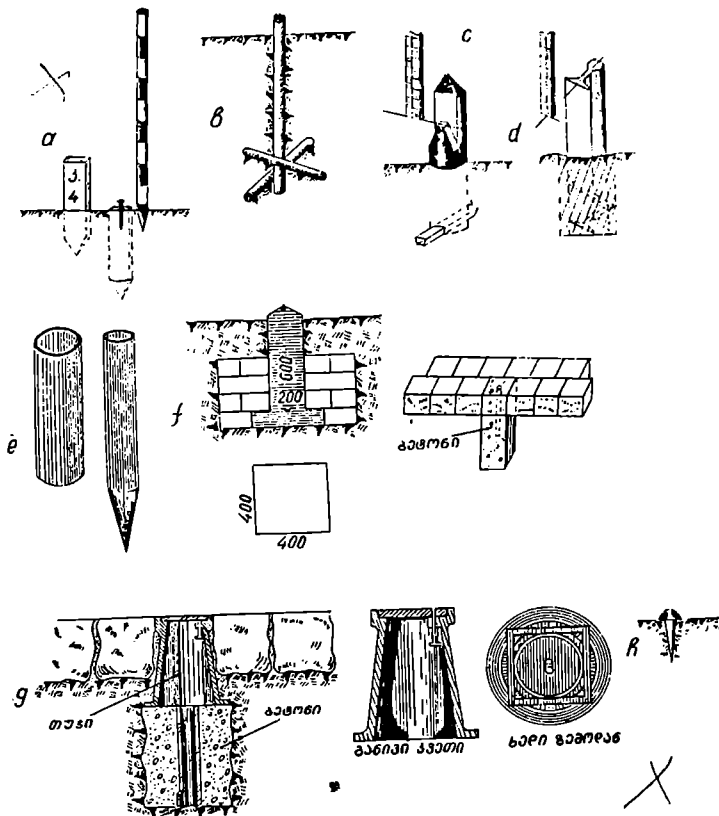
დასამიზნებლად კი იყენებენ — ხის პალოს ლურსმნით (ნახ. 1^ა), ფოლადის ჩხირს, სარს, ლატანს, ხეზე მიმაგრებულ ლატანს, შტატივს მარკით (სამიზნით). ზემოთ მოყვანილი ხელოვნური ნიშნები კი, როგორც დროებითი ხასიათისა, გეგმაში არ შეიტანება და გამოიყენება მხოლოდ აგეგმვისათვის. ეს ნიშნები მათზე დამიზნებისა და ინსტრუმენტის დაცენრვის საშუალებას უნდა გვაძლევდეს.

იმ შემთხვევაში, როცა აგეგმითი სამუშაოები ხანგრძლივი დროით წარმოებს ან როცა საჭიროა დანიშნული წერტილების კოორდინატების გამოყენება მომავალი გეოდეზიური სამუშაოებისათვის (სამშენებლო ბაღის შექმნა, წიაღის გამოწამყვებართა განმეორებითი გეგმების შედგენა და სხვა), დანიშნულ წერტილებს ადგილზე მტკიცედ ამაგრებენ ხანგრძლივად გამოსაყენებელი მუდმივი ხელოვნური ნიშნებით, როგორცაა: ხის სვეტი (ნახ. 1^ბ); ხის სვეტი თაროთი და ჩამონათალით (ნახ. 1^გ); რელსის ნაჭერი (ნახ. 1^დ); თუნის, რკინის ან თუჯის მილი (ნახ. 1^ე); აგურის, ქვის ან ბეტონის წყობა ცენტრით (ნახ. 1^ვ); თუჯის საგანგებო ჩამონახში (ნახ. 1^ზ); ტროტუარზე დასმული ლურსმანი (ნახ. 1^ა).

რელიეფის თავისებურების ან დიდი მანძილის გამო ისევე, როგორც დროებითი, მუდმივი ხელოვნური ნიშნები დასამიზნებლად ვერ გამოადგება, ამიტომ მათთან ერთად დასამიზნებლად იყენებენ სარს, სარყეს ანუ ლატანს, ხის პირამიდასა და შტატივს მარკით (სამიზნით).

მაღალი კლასის გეოდეზიური საფუძვლის შექმნის დროს კი აშენებენ მიწისზედა სამიზნე გარე ნაგებობებს პირამიდისა და სიგნალების სახით. ამ შემთხვევაში მიწისზედა ნაგებობების აშენების შემდეგ აიგება მიწისშიგა ანუ საყრდენი წერტილები იმ ანგარიშით, რომ ამ წერტილებზე გადაიოდეს მიწისზედა ნაგებობების სამიზნე ცილინდრის ლერძი. სიმაღლითი გეოდეზიური საფუძვლისათვის იყენებენ ფუნდამენტურ რეპერებს,

კედლის მარკებს, კედლის რეპერებსა და გრუნტის რეპერებს. მუდმივი სახის ხელოვნური ნიშნები სათანადო პირობითი აღნიშვნებით შეიტანება გეგმაში.



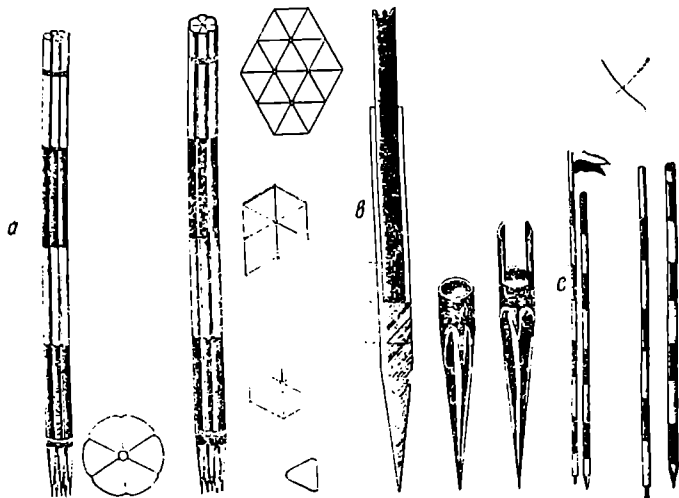
ნახ. 7.1.1.1.

1. მის პალო ლურსმანით, დარაჯითა და ხარით. გეოდეზიური ხარი. ხარზე ანუ ლატანი. მის პიკაშილა. შტაბიში მარკით

✓ ხის პალოს (ნახ. 1^ა) იღებენ სიგრძით დაახლოებით 25—50 სმ, სისქით 5—6 სმ და ასობენ შერჩეულ წერტილზე ნიადაგის ზედაპირის დონეზე; კუთხეების გაზომვებისათვის მის ცენტრში არამალიანად აჭედებენ მცირე ზომის ლურსმანს (სამიხნედ). ამ ძირითადი პალოდან სელის მიხედვით მარჯვნივ 10 სმ დაშორებით ასობენ მეორე პალოს (დარაჯს) ისე, რომ მიწის ზევით დარჩეს დაახლოებით 10—15 სმ, რომელზეც აწერენ ძირითადი პალოს ნომერს (კუთხე, პიკეტი და სხვა). წარწერილი მზარე უნდა გვიყენებდეს სელის (თეოდოლიტური, სანიველო და სხვა) მიმართებას შემდეგ ძირითად

წერტილზე. მუშაობის პერიოდში ადვილად რომ მოენახოთ და დაეუბიზნოთ ძირითად პალოზე დაქედებულ ლურსმანს, მის უკან ხაზის გასწვრივ ასობენ გეოდეზიურ სარს (ნახ. 1^ა). გარდა აღნიშნულისა, ზოგიერთ წერტილს უკეთებენ მიწათხრის და კონუსურად აყრიან მიწას, რითაც წერტილს იცავენ ნალექებისაგან. ნიველოზისათვის იყენებენ მხოლოდ პალოსა და დარაჯს.

✓ გეოდეზიური სარი გამოიყენება როგორც ძირითადი წერტილების გაგნებისათვის, ისე დიდ მანძილზე სამიზნედ. იგი მზადდება ხის ან ლითონისაგან. ხის სარი მზადდება ფიქვის ხისაგან 2—6 მ სიგრძის, წრიული, სამკუთხა ან მრავალკუთხა კვეთილობის, სიმახო 3—4—6 სმ. სამკუთხა კვეთილობა კარგია იმიტომ, რომ იგი ტრანსპორტირების დროს საშუალებას იძლევა საიმედოდ შეეკრათ კონებად ექვსეული, ათეული ან თექვსმეტეული სარი (ნახ. 2^ა). სარს ღებავენ 10—20 სმ სიგრძის თეთრ, წითელ ან თეთრ-შავ



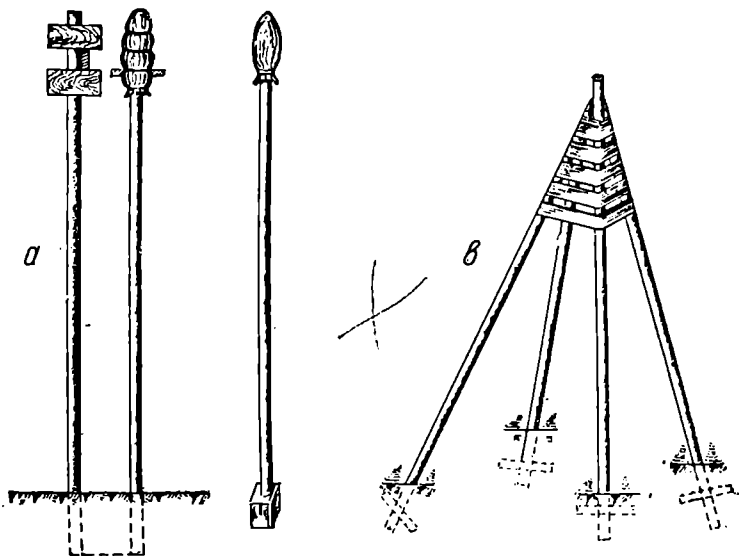
ნახ: 7.1.1.2.

ზოლებად სხვა საგნებისაგან ველზე ადვილად გარჩევის მიზნით. მიწაში საიმედოდ ჩასარკობად სარის ერთი ბოლო მოჭედილია სხვადასხვა სახის რკინის ან თუჯის ბუნიკით (ნახ. 2^ბ). დიდ მანძილზე სარების ადვილად დასანახავად და ურთიერთ გასარჩევად მათ მეორე ბოლოზე ამარგებენ სხვადასხვა სახისა და ფერის ალმებს. გრძელ სარებს ადგენენ ორი ან სამი ნაწილისაგან (ნახ. 2^ვ).

✓ ლითონის სარი წარმოადგენს 1 სმ დიამეტრის მქონე მილს. საერთოდ ჩვეულებრივი გეოდეზიური სამუშაოების შესრულების დროს შეტწილად მიღებულია 2 მ სიგრძის როგორც ხის, ისე ლითონის სარები.

იმ წერტილების ადგილზე სამიზნედ აღსანიშნავად, რომლებიც დიდ მანძილზე უნდა მოჩანდეს, იყენებენ გრძელ 4—5—7 მ ლატანს (ნახ. 3^ა) ან ხის 7—8 მეტრი სიმაღლის პირამიდას (ნახ. 3^ბ).

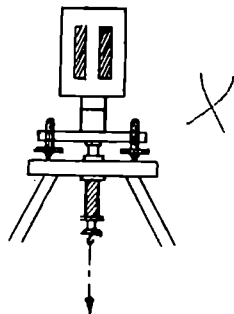
დიდად გამოიყენება გადასატახი სამიზნე ნიშანი (ნახ. 4), რომელსაც უწოდებენ სამიზნე შირას ან მარკას. კოგრის შვეული ძაფით ხდება და-



ნახ. 7.1.1.3.

მიზნება მარკის ორ დასევალებულ სწორკუთხედს შორის, რომლის წარმოდგენით გაგრძელება გადის პუნქტის ცენტრზე. ასეთი სამიზნეების დაცენტრება ხდება შვეულით, ხოლო ვერტიკალურად დაყენება — თარაზით.

აგეგმვების დამთავრების შემდეგ სარებს ხსნიან წერტილებიდან, მხოლოდ საჭიროებისამებრ შემდეგში გამოყენების მიზნით მიწაში ჩამაგრებული წერტილები რომ მოინახოს, მათ მდებარეობას საზღვრავენ მუდმივი საგნების მიმართ და აღგენენ სათანადო ნახაზს.



ნახ. 7.1.1.4.

ჩ. ცნება ტრიანგულაციის კუნძობის, საოკივებაციო კუნძობისა და ასტრონომიული სვების შესახებ

ტრიანგულაციის სამკუთხედების წვეროების ადგილზე შერჩეულ და დამაგრებულ საგანგებო ნიშნებს უწოდებენ ცენტრებს. ტრიანგულაციაში სამკუთხედთა წვეროების კოორდინატების განსაზღვრის მიზნით ნებისმიერი სახის გაზომვები ამ ცენტრების მიმართ წარმოებს. იმისათვის, რომ აღნიშნული ცენტრები გამოდგეს კუთხსაზომი იარაღით ურთიერთ დაკვირვებებისა და გაზომვებისათვის, ყოველ მათგანზე იქმნება ქუჩქტი, რისთვისაც აშენებენ საგანგებო მიწისქვეშა (თვით ცენტრი) და მიწისზედა ნაგებობებს. რე-

ლიეფისა და სხვა დაბრკოლებათა გამო ტრიგონომეტრიული პუნქტების ცენტრების ურთიერთ დაკავშირება ხდება პუნქტის გარეგანი ნიშნით, რომელიც გარკვეული სახის საინჟინრო ნაგებობას წარმოადგენს. მაშასადამე, ტრიგონომეტრიული პუნქტი წარმოადგენს მისი ცენტრისა და გარეგანი ნიშნის (სიგნალის) გეომეტრიულად ურთიერთ ზუსტად დაკავშირებულ საგანგებო ნაგებობას. ტრიგონომეტრიული პუნქტის ცენტრის მდებარეობა უნდა იყოს რაც შეიძლება უცვლელი და ხანგრძლივი. ამიტომ სიფრთხილსა და დაცვის მიზნით მას ერთ შევულ ხაზზე 3 ცენტრის სახით გრუნტის ზედაპირიდან გარკვეულ სიღრმეზე ამაგრებენ.

პუნქტის ცენტრის არსებობით არის განპირობებული მისი გარე ნიშნის გამოყენება; თუ პუნქტის ცენტრი გადაადგილდა ან მოისპო, გარე ნიშანიც გამოუყენებელია, პუნქტი განადგურებულად ითვლება, მაშასადამე. ცენტრი ისევ უნდა აიგოს და მისი მდებარეობის განსაზღვრისათვის ახლად უნდა შესრულდეს გაზომვითი და განოთვლითი სამუშაოები. ხოლო, პირიქით, თუ ცენტრი უვნებლად წენახულია და გარე ნიშანი კი განადგურებული, პუნქტი თავის ნიშნულადას არ კარგავს და შეიძლება გარე ნიშნის აღდგენა და პუნქტის გამოყენება.

საორიენტერო (აზიმუტური) პუნქტი შენდება მაღალი კლასის ტრიანგულაციის რეკოგნოსციების დროს თუ ტრიანგულაციის რომელიმე პუნქტის ცენტრიდან უშუალო დამხურით 7 კმ ფარგლებში არ იშვირება არცერთი მგზობიერი პუნქტის ცენტრი (გარე ნიშნის გარეშე). ამისათვის მოცემული პუნქტის ახლოს, 200—500 მეტრის მანძილზე, ინიშნება და შენდება საორიენტერო (აზიმუტური) პუნქტი, რომელიც შევა მოცემული ტრიგონომეტრიული პუნქტიდან გაზომვის პროგრამაში. მაშასადამე, საორიენტერო პუნქტზე აზიმუტი (დირექციული კუთხე) ცნობილი იქნება ტრიანგულაციის ქსელის გაწონასწორებისა და ანგარიშის დამთავრების შემდეგ. ამ აზიმუტის გადაცემით სარგებლობენ ტრიანგულაციის მოცემულ პუნქტზე პოლიგონომეტრიის ახალი ქსელის მიმზრობისათვის (ორიენტაციისათვის), როცა აღნიშნული მაღალი კლასის გარეგანი ნიშნები დაზიანებულია და შეუძლებელია მათ შემაერთებელ გვერდთან დაკავშირება.

ასტრონომიულ სექტს აშენებენ საბაზისო ქსელის გამოსასვლელი გვერდის გასწვრივ მისი ერთ-ერთი პუნქტიდან 50—60 მეტრის დაშორებით, ხოლო არა უახლოეს ტრიგონომეტრიული პუნქტის გარე ნიშნის სიმაღლის ტოლი მინძილისა. ამ სექტზე მისი ასტრონომიული კოორდინატების განსაზღვრისათვის აყენებენ კუთხსაზომ ინსტრუმენტს და ადგენენ ცის ზოგიერთი მნათობის კოორდინატებს. როცა საჭიროა ამ პუნქტიდან ადგილის რომელიმე ტრიგონომეტრიულ პუნქტზე გეოდეზიური აზიმუტისა და ამ უკანასკნელის გეოდეზიური კოორდინატების განსაზღვრა, მაშინ სექტიდან რომელიმე მნათობის აზიმუტის განსაზღვრის მომენტში ზომავენ კუთხეს ამ მნათობზე და ადგილის ტრიგონომეტრიულ პუნქტზე მიმართებებს შორის. შემდეგ ამ მონაცემთა საშუალებით ავტონომიურად ისაზღვრება განხილადი პუნქტის (სექტის) ასტრონომიული კოორდინატები და სექტიდან ადგილის ტრიგონომეტრიულ პუნქტზე ასტრონომიული აზიმუტი. ბოლოს გამოითვლება

განხილადი პუნქტის (სვეტის) და ადგილის ტრიგონომეტრიული პუნქტის გეოდეზიური კოორდინატები და პუნქტიდან (სვეტიდან) ადგილის ტრიგონომეტრიულ პუნქტზე მიმართების გეოდეზიური აზიმუტი და დირექციული კუთხე.

ე. ტრიგონომეტრიული და საოკიანეთიკო პუნქტების ცენტრები

საბჭოთა კავშირში სახელმწიფო ტრიანგულაციის ოთხივე კლასის პუნქტებზე სავალდებულოა აშენდეს ცენტრები გრუნტების გაყინვის სიღრმის ნიშანთვისების შესაბამისად: სეზონური გაყინვის გრუნტებისათვის — არა ღრმა (1, 7 მეტრამდე), ღრმა (1, 7 მეტრზე მეტი) და მარად ყინულ ოვანი ადგილებისათვის, ხოლო გრუნტების სტრუქტურის ნიშანთვისების მიხედვით: კლდოვანი და მოძრავ ქვიშიანი ადგილებისათვის.

გრუნტების ამობურცვის გამო მრავალი შემთხვევაა ნაგებობათა მიწისქვეშა ელემენტების დაზიანებისა. გრუნტების ამობურცვას იწვევს მათი გაყინვის შრეში მიწისზედა წყლების ან კაპილარებით შესული გრუნტების წყლების გაყინვა. სეზონური გათბობის გამო გაყინული შრე ლღვება და ისევ ძირს იწვეს, მაგრამ არა იმავე დონეზე, რაც იყო ამობურცვამდე.

ზემოხსენებულის მიზეზით საერთოდ მშენებლები ყოველთვის ცდილობენ ნაგებობათა მიწისქვეშა ელემენტები მოაქციონ გრუნტების გაყინვა-ღობის სიღრმის ქვემოთ. ასევე აუცილებელია ყველა პუნქტის ქვედა ე. წ. საიდუმლო ცენტრი მოქცეულ იქნეს გაყინვა-ღობის სიღრმის ქვემოთ.

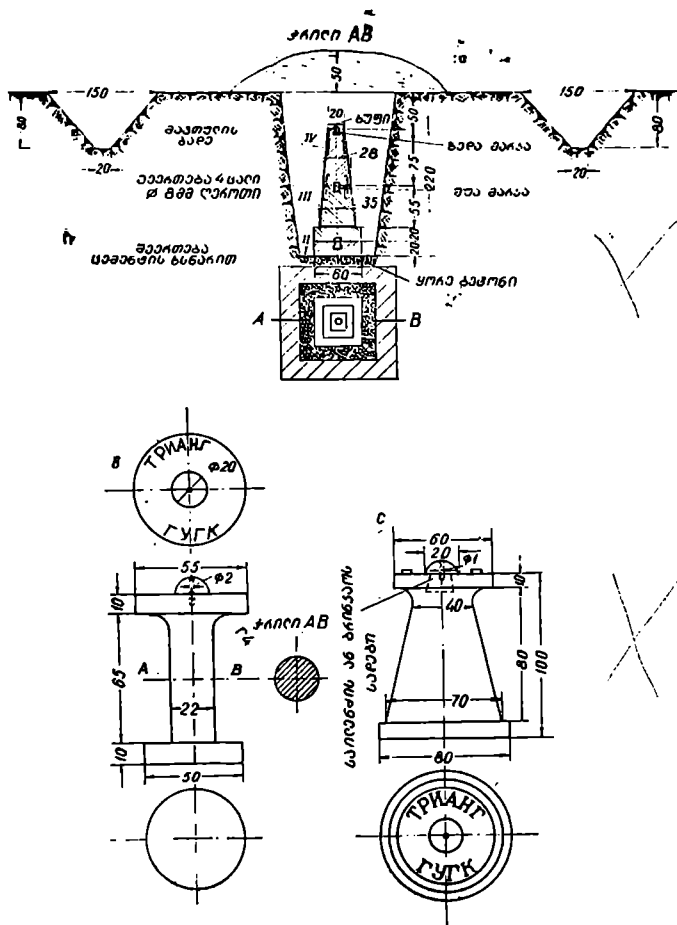
საერთოდ ყველაზე გავრცელებულია არაღრმა (1, 7 მეტრამდე) ცენტრების მშენებლობა (ნახ. 5^ა), რომელსაც ზუსტად ერთ შვეულ ხაზზე უყენებენ (5^ა) ნახაზის ტიპის სამ მარკას (ქვედა, შუა საიდუმლო და ზედა ცენტრი) სხვადასხვა სიღრმეზე, იმ ანგარიშით, რომ ზედა მარკის დაზიანების შემთხვევაში ვისარგებლოთ ქვემოთ ჩამაგრებული მარკით, რაც ტრიანგულაციის პუნქტის დიდი ხნით გამოყენების გარანტიას იძლევა.

საბაზისო პუნქტის ცენტრი ტრიანგულაციის განხილადი პუნქტის ცენტრისაგან განსხვავდება მხოლოდ ზედა მარკით (ნახ. 5^ბ).

განხილადი პუნქტის ცენტრი შედგება ბეტონის ოთხი (I, II, III, IV) მონოლითისაგან. ქვედა I მონოლითი იდგმება 2, 2 მეტრ სიღრმეზე კარგად დატყენილ ხრეშზე, მის ზემო ნაწილში ჩაცემენტებულია თუჯა მარკა (ნახ. 5^ბ), რომლის დისკოს 2 მმ დიამეტრის ნახვრეტი პუნქტის ქვედა საიდუმლო ცენტრს წარმოადგენს; ზემოდან მარკას 1 სმ სისქის ცემენტის ხსნარზე ეფარება II ფილა. ორივე ფილა მართკუთხა პარალელპიპედის ფორმისაა, თითოეულის ზომაა $60 \times 60 \times 20$ სმ. II ფილაზე ცემენტით მაგრდება წაკვეთილი ოთხკუთხა პირამიდის ფორმის III მონოლითი, რომლის ქვედა და ზედა ფუძე, შესაბამისად, 35×35 და 28×28 სმ ზომისაა, სიმაღლე 55 სმ ამ მონოლითის ზედა ნაწილში ჩაცემენტებულია მეორე მარკა — შუა საიდუმლო ცენტრი. ამ მონოლითს ზემოდან ედგმება ასევე წაკვეთილი ოთხკუთხა პირამიდის ფორმის IV მონოლითი, რომლის ქვედა და ზედა ფუძე, შესაბამისად, 28×28 და 20×20 სმ ზომისაა, სიმაღლე 75 სმ. ამ მონოლითის ზემო ნაწილს შემოვლებული აქვს მავთულის ბადე, თავში კი მაგრდება ზედა მარკა — ზედა ცენტრი, რომელიც იხურება ხის ან ბეტონის ხუფით. III და IV მონოლითი ურთიერთ მაგრდება მათ ტანში ჩამაგრებული ოთხი ცალი

ლითონის ლეროთი; ზედა ცენტრის დაზანების შემთხვევაში ეს ლეროები გა-
დაიჭრება ლოჯით და მოიხსნება IV მონოლითი.

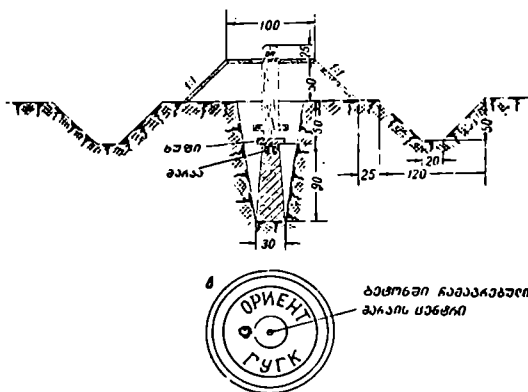
ზემოთ აღნიშნული ნიშანთვისებების შესაბამისი დანარჩენი ცენტრების
ტიპები განხილულის ანალოგიურია, რომლებიც უნდა აშენდეს ინსტრუქციის
შესაბამისად.



ნახ. 7.1.1.5.

დაბალი კლასების (III, IV) ტრიანგულაციის პუნქტებს ორ ორი ცენტრი
(მარკა) აქვთ. კონსტრუქცია კი დაახლოებით ზემოთ აღწერილის მსგავსია.

საორიენტაციო პუნქტი ქვემოთ ბეტონის და ზემოთ ხის სვეტი-საგან შედგება. ფაქტობრივად იგი სვეტს წარმოადგენს, საიდანაც და რომელზეც ხდება გაზომვები (ნახ. 6).



ნახ. 7.1.1.6.

ბ. ასტრონომიული სვეტი

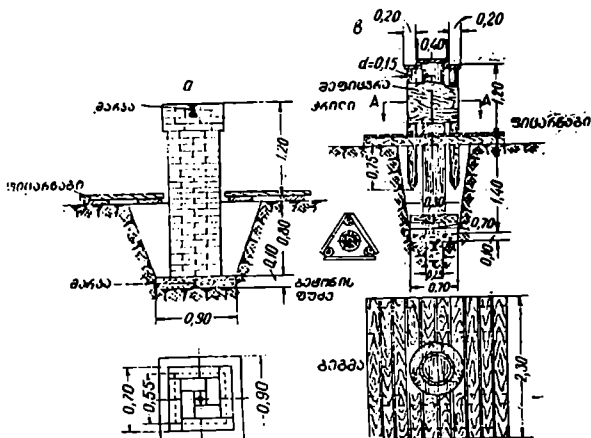
ასტრონომიულ სვეტს აშენებენ აგურით (ან ქვით) ცემენტის ხსნარზე ან ბეტონისას. იმ შემთხვევაში, თუ გართულდა ხსენებული მასალით მომარაგება, მაშინ აკეთებენ ხის სვეტს.

ქვის ასტრონომიული სვეტი შედგება ბეტონის ფუძისა და თვით სვეტისაგან (ნახ. 7^ა), რომლის ზომები მოცემულია ნახაზზე. ფუძეში ჩამაგრებულია მარკა. ფუძის გამაგრების შემდეგ მასზე აშენებენ 24 რიგი აგურის სიმაღლის აგურის კვადრატულ სვეტს, რომლის კვეთია 2 აგური, ხოლო შემდეგი ზემოთხი რიგი უნდა იყოს 2,5 აგურის კვეთის. სვეტის ზედა წახნაგზე (თავზე) ამაგრებენ მეორე მარკას ისე, რომ ქვედა და ზედა მარკა ერთ სვეულზე გადიოდეს. სვეტის გარშემო მიწის ზედაპირზე აკეთებენ 2x2 მ ზომის ფიციანაგ და სვეტს, გარდა მარკისა, ცემენტის ხსნარით შელესავენ.

საჭიროებისამებრ ზემოხსენებული წესით შეიძლება ავაშენოთ ადგილობრივი ქვის (აუცილებელია შელესვა) ან ბეტონის სვეტი (სათანადო ქარგილის გამოყენებით) (7^ბ) ნახაზის შესაბამისად.

ხის ასტრონომიული სვეტის დასაყენებლად თბრიან 1,75 მ სიღრმის ქვაბულს. მის ფუძეზე აყენებენ ბეტონის 0,25 მ სიღრმის გვერდებიან კუბს. ამ კუბის ზემო წახნაგზე ჩამაგრებულია მარკა (ნახ. 7^ბ). ამ ცენტრის ზემოთ 0,1 მ სისქეზე ასხამენ ქვიშის, მიწის და ხრეშის ხსნარს და ფრთხილად ტკეპნიან; მასზე აყენებენ ხის სვეტს ისე, რომ მისი ცენტრი ზუსტად გადიოდეს ქვემოთ დაყენებული მარკის ცენტრზე. სვეტის სიგრძეა 2,6 მ, დიამეტრი 0,30 მ. უპირატესობა აქვს წიწვიანი ჯიშის სვეტს, რომელსაც ქვემოთ ურთიერთმართობულად აქედებენ კაღონს. ქვაბულში ჩაშვებამდე სვეტს გამოწვავენ და ქვაბურში ჩაშვების შემდეგ აყრიან მიწას და მჭიდროდ სტკეპნიან. და-

გრებისაგან დასაცავად სვეტის გვერდზე დასმულ სამ პალოს შეფიცრავენ და ზემოდან აქედებენ 0,20 მ სიგანის თაროს, სვეტის გარშემო მისგან დამოუკიდებლად აგებენ ფიცარნაგს. თვით სვეტზე აქედებენ 0,40 მ დიამეტრის „მა-



ნახ. 7.1.1.7.

გიდულას“. სვეტის ცენტრს გადაიტანენ მაგიდულაზე და აქედებენ ლურსმანს, რომლის ლერძი და ქვიდა ცენტრი უნდა იყოს ერთ შევეულ ხაზზე.

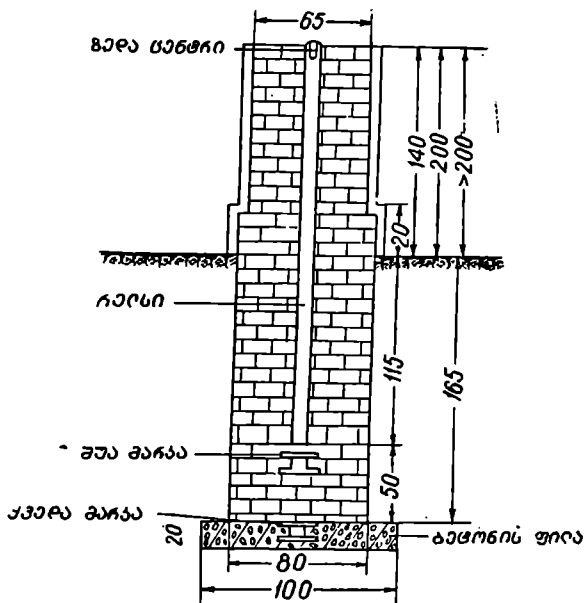
~~X~~ **ე. საძალაძო და სამარაშვილიძეო ტრიანგულაციის პუნქტების ცენტრები**

✓ საქალაქო ტრიანგულაციის პუნქტების ცენტრებს აშენებენ ბეტონის ან აგურის წყობის სვეტის სახით. შეიძლება ქვისა და რკინაბეტონის სვეტების აშენებაც, მაგრამ მათ გრება ცოტა მეტი აქვთ, ვიდრე ბეტონისა და აგურის სვეტებს.

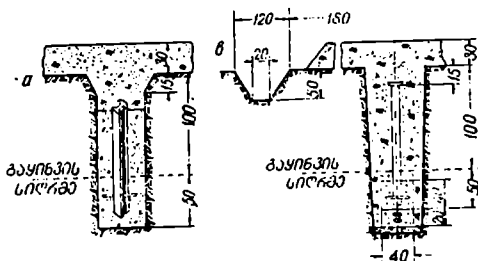
განხილავი ცენტრის ძირითადი დამახასიათებელი ისაა, რომ ზედა ცენტრი გადააქვთ გრუნტის ზედაპირიდან 1,2; 2,0 და 2,0 მეტრზე ზემოთ სვეტის წყობის თავზე ისე, რომ დამკვირვებელმა შეძლოს მასზე ინსტრუმენტის დაცენტრება და სხვადასხვა პუნქტებზე დაკვირვებები. ასეთი სახის ცენტრი წარმოდგენილია მე-8 ნახაზზე.

საგანგებო სახის საქალაქო ტრიანგულაციაში (შაგალითად, მეტროს მშენებლობისთან დაკავშირებით თბილისში) ხშირად ზოგიერთი პუნქტი შენობის სახურავის საყრდენ კაპიტალურ კედელზე ბეტონის ან აგურის წყობის სვეტის სახით შენდება. ქვედა საიდუმლო ცენტრს წარმოადგენს კედელში ჩაბეტონებული მარკა. ზედა ცენტრი კი ბოძის ზემო თავში ჩაყმენებული მარკაა, რომელზეც იცენტრება ინსტრუმენტი და ხდება დაკვირვებები სხვადასხვა პუნქტზე.

სამარკუშედრო ტრიანგულაციაში სამთო გამონამუშევრებისადმი მისაღ-
კომი პუნქტები შენდება ერთი (ნახ. 9^ა) ან ორი ცენტრით (ნახ. 9^ბ).



ნახ. 7.1.1.8.



ნახ. 7.1.1.9.

ბ. ტრიანგულაციის პუნდების გარე ნიშნები.

განხილადი გარე ნიშნები, რომლებიც ხის ან ლითონის თავისებური კონ-
სტრუქციის არიან, საშუალებას გვაძლევს გავზომოთ ტრიანგულაციის ქსელის
კუთხეები. ნებისმიერი სახის გარე ნიშანს ზემო ნაწილში მოწყობილი აქვს
დასამიზნებელი ცილინდრი, რომელსაც მოსაზღვრე პუნქტებიდან
უმიზნებენ თეოდოლიტის კოვარს; ქვემოთ კი გარკვეული სიმაღლის სვეტზე ან
2. ნ. თევზაძე

განსაკუთრებულ პირამიდაზე დამაგრებულა მაგიდულა, რომელზეც აყენებენ თეოდოლიტს მოსაზღვრე პუნქტებზე მიმართულეების გასაზომად. იმ შემთხვევაში, როცა პუნქტზე უშუალოდ მდგომი დამკვირვებელი ყველა მოსაზღვრე პუნქტის დასამიზნებელ ცილინდრს ხედავს ინსტრუმენტით (ბინოკლი, თეოდოლიტი), თეოდოლიტს აყენებენ თავის ან თვით დამზადებულ ხის შტატივზე, ან აწენებენ შტატივის სიმაღლის (1,4—2,0 მეტრამდე) ბეტონის სვეტს (ტური) მაგიდულათი და გარშემო დამკვირვებლის სამოძრაო ფენილით (ნახ. 8).

ტრიანგულაციის პუნქტების გარე ნიშნებად ჩვენში უმთავრესად იყენებენ: მარტივ პირამიდებს; მარტივ და რთულ სიგნალებს და რთულ სიგნალებს შუალედი სვეტებით.

აშენებული გარე გეოდეზიური ნიშანი უნდა იყოს მდგრადი, ხისტი, მტკიცე და ნაკლებად გრეხადი.

მდგრადია ნიშანი, როცა იგი კარგად ეწინააღმდეგება ქარისაგან გადაბრუნებას და თავისი სიმძიმის ძალისაგან გადაადგილებას. რაც მეტი ექნება ნიშნის ფუძე და ძირითადი სვეტები ღრმად იქნება გრუნტში ჩაშვებული, მით მეტი მდგრადობის იქნება ნიშნები სხვა ტოლ პირობებში. ცხადია, ბიველები, ირიბნები და სხვა—უნდა იყოს სათანადო კვეთის. ამიტომ მრავალი დაკვირვებისა და გაანგარიშების შედეგად წარმოებაში დადგენილია და ინსტრუქციით მითითებულია თუ გარკვეულ გარემო პირობებში და ნიშნის სიმაღლის შემთხვევაში რა ზომის უნდა იქნეს ნიშნის ფუძის ოდენობა და რა სიღრმეზე უნდა იქნეს ჩაშვებული ღრუებიანი სვეტი გრუნტში, რომ დაცული იყოს ნიშანი ქარისაგან გადაბრუნებისა და სვეტები გრუნტიდან ამოგლეჯისაგან. აგრეთვე სვეტებს ქვემოთ უწყობენ ფარებს, რომ ქარისა და თავისი წონით არ დაჯდეს.

მით უფრო ხისტია ნიშანი, რაც უფრო ნაკლებად განიცდის ვიბრაციას (რხევას) ქარისა და სხვა დატვირთვების დროს; მაშინ საშუალო სიმაღლის ქარის შემთხვევაში დაუბრკოლებლად შეიძლება ნიშნის გამოყენებით ვაწარმოოთ კუთხეების გაზომვები. გარე ნიშნის სიხისტეს აღწევენ კონსტრუქციის სწორად შერჩევით, ელემენტების სისხოსა და სიგრძეს შორის სათანადო დამოკიდებულებებით, მათი ზუსტად მორგებით და მტკიცედ ურთიერთ მიმაგრებით. წარმოებაში ძირითადად დადგენილია საჭიროებისამებრ კონსტრუქციების სათანადო სახე, აგრეთვე ელემენტებს შორის სისხოსა და სიგრძეს შორის დამოკიდებულება. მაგალითად, დაცული უნდა იყოს უტოლობები ხის ნიშნების ბოძებისათვის:

$$\frac{4l}{d} < 120, \quad (7.1.1.1)$$

დანარჩენი ელემენტებისათვის

$$\frac{4l}{d} < 170, \quad (7.1.1.2)$$

სადაც l არის ელემენტის სიგრძე;
 d — ელემენტის დიამეტრი.

ელტალების ურთიერთ ზუსტად მორგება მიიღწევა შეერთების კარგად დამუშავებითა და მოქლონების გამოყენებით, ხოლო მტკიცედ ურთიერთ მათი მიმაგრება — სათანადო ლურსმნებით, ქანჩების და სხვა ღონისძიებათა შერჩევითა და გამოყენებით.

მტკიცეა ნიშანი, თუ ის კარგად ეწინააღმდეგება გარეშე დამანგრეველ ძალებს და ძლებს დიდხანს. ამ მოთხოვნის ხელის შემწყობია წინა ორი მოთხოვნის სათანადო შესრულება და აგრეთვე ნიშნისათვის სათანადო მასალის შერჩევა. მასალა უნდა იყოს კარგი ხარისხის, გამომშრალი, არ ლბებოდეს და დაკული იყოს კოროზიისაგან; მთელი ნაგებობა ცენტრზე გამავალი ვერტიკალური ღერძის მიმართ უნდა იყოს სიმეტრიული; ნიშნის კონსტრუქცია უნდა იყოს სწორი ფორმის; ნიშნის დასამიზნებელი ცილინდრისა და მაგიდულას ცენტრების პროექციები ურთიერთ არ უნდა იყოს დაშორებული 5 სმ მეტად. უმთავრესად უნდა იყოს გამოყენებული წიწვოანი ხე-ტყე.

იმდენად ნაკლებად გრეხადია სიგნალი (ნიშანი და ცენტრის კონსტრუქცია), რამდენადაც ნაკლები იქნება დღე-ღამის განმავლობაში ცვალებადობა მისი ნებისმიერი ვერტიკალური ჰრილის აზიმუტისა. იგი შედეგია ტემპერატურისა და ტენიანობის ცვალებადობით გამოწვეული სიგნალის ელემენტების დეფორმაციისა. ეს გავლენა მით მეტია, რაც მაღალია სიგნალის ელემენტები; დღისით უფრო ინტენსიურია ვიდრე ღამით. ღამით მხოლოდ ტენიანობის მიზეზით ხდება გრეხა. გრეხისადმი წინააღმდეგობის მხრივ ხის ნაგებობები უფრო საიმედოა, ვიდრე ლითონისა, რადგანაც ლითონის ნიშნების გრეხა უფრო მკვეთრია და ნაკლებად კანონზომიერი, ვიდრე ხის.

I. მატრივი პირამიდები

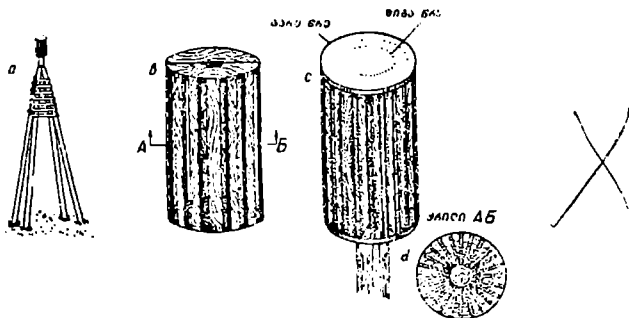
მატივი პირამიდებს აშენებენ II, III კლასისა და სპეციალურ ტრიანგულაციაში, როცა პუნქტებზე უშუალოდ მდგარი დამკვირვებლისათვის იზღუბა აუცილებელი სანახაობა ბოსაზღვრე პუნქტებზე. I-ლი კლასის ტრიანგულაციაში კი მათ აშენებენ იმ შემთხვევაში, როცა პუნქტი შერჩეულია ციცაბოფერობიან მაღალ გორაზე, საიდანაც მოსაზღვრე პუნქტებზე დამიზნების სხივები დედამიწის ზედაპირიდან საკმარისად მაღლა გადის, რაც დიდად უწყობს ხელს ნიშნების კარგად გამოსახულებასა და, მამასადამე, კუთხეების კარგად განსაზღვრას.

მატივი პირამიდებს აგებენ ხის ან ლითონისაგან (ფოლადი), სიმაღლით 5—10 მეტრამდე. სახელმწიფო ტრიანგულაციაში მეტწილად ხის ოთხწახნაგა პირამიდებს აგებენ, ხოლო სპეციალურ ტრიანგულაციაში—სამწახნაგას და ლითონისას. ერთნაირი მასალის შემთხვევაში ოთხწახნაგა პირამიდა სამწახნაგასთან შედარებით მდგრადი და სიმეტრიულია, მაგრამ მეტ მასალას მოითხოვს და აგრეთვე მიწის ზედაპირიდან დამზერას უფრო ზღუდავს, ვიდრე სამწახნაგა პირამიდა.

1. ხის ოთხწახნაგა მატრივი პირამიდა

განხილადი პირამიდის მთავარი ნაწილებია ოთხი ძირითადი სვეტი. ეს სვეტები ზედა თავებით ურთიერთს უახლოვდება, უკავშირდება და იქერს კოპიტულას, რომლის გაგრძელებას წარმოადგენს ან მასზედ მაგრდება დასამიზნებელი ცილინდრი (ნახ. 10^ა). კოპიტულას ქვემო ნაწილი მაგრდება ძირითად სვეტებზე წყვილი დიაგონალური (ჯვარედინი) რგოლით; აგრეთვე თვით სვეტებით ურთიერთ მიმაგრებულია რიგელებით. უმრავლეს შემთხვევაში სიხისტის მიზნით პირამიდას დაბლა, მიწის ზედაპირის დონეზე, უკუადება რიგელები. მდგრადობის გაზრდის მიზნით ძირითად სვეტებს აქედებენ ლუზებს—

ძელაკებს და ათავსებენ მიწაში გაყინვის სიღრმის შესაბამისად 1—1,5 მეტრის სიღრმეზე; ამასთანავე, სვეტების ჯდომისა (ჩაღრმავების) და ნიშნის დახრისაგან ასაცილებლად მათ ქვემოთ უდებენ დიდ ქვებს; პირამიდის ზემო ნაწილს კი შეფიცავენ. პირამიდის კვადრატული ფუძის გვერდის სიგრძე მდგრადობის მოთხოვნის შესაბამისად აიღება ძირითადი სვეტების სიმაღლის შესაბამისად. ძირითადი ძელები მათი სიგრძის შესაბამისად აიღება 12—20 სმ დიამეტრის. კომიტულას ზემო გამოწეული (პირამიდისაგან) ნაწილის სიგრძე, რომელზეც ჩამოეცემა დასამიზნებელი ცილინდრი, მისი 1,5 სიგრძის ტოლი უნდა იყოს, ხოლო ქვემო ნაწილის სიგრძე — პირამიდის სიმაღლის ერთი მე-სამედი. დასამიზნებელი ცილინდრის ზომებს იღებენ ტრიანგულაციის გვერდების სიგრძის შესაბამისად. მაგალითად, I, II, III კლასის ტრიანგულაციაში, სადაც გვერდების სიგრძე შესაბამისად არის 13, 8 და 5 კმ, ცილინდრის



ნახ. 7.1.1.10.

სიგრძეს იღებენ 0,60 მ და დიამეტრს 0,30 მ. ტრიანგულაციის მწკრივებში, სადაც გვერდების სიგრძე აღწევს 25 კმ, ცილინდრის სიგრძეს იღებენ 1,00 მეტრს და დიამეტრს 0,50 მ. დაბალი კლასის სახელმწიფო და სპეციალურ ტრიანგულაციაში ცილინდრის დიამეტრს იღებენ 15—6 სმ. უფრო მიზანშეწონილად არის მიღებული ცვალებადი დიამეტრის (5—10 სმ) ცილინდრი.

დასამიზნებელი ცილინდრი კეთდება ჩვეულებრივი (ნახ. 10^ა) და მცირე ფაზიანი (ნახ. 10^ბ). არსებობს უფაზო ცილინდრებიც.

ფაზის მოვლენას აქვს ადგილი ცილინდრზე ჰოგრით დამიზნების დროს, რაც გამოიხატება იმაში, რომ მისი განათებულობის არაერთნაირობის გამო ცილინდრის გამოსახულება ჰოგრში მიიღება არა სრული დიამეტრით, არამედ მისი სხვადასხვა ნაწილის სახით. ამ მიზეზით ჰოგრის ძაფთა ბადის შვეულ ძაფს ან ბისექტორს ფაქტიურად აყენებენ ირა ცილინდრის სიმეტრიის ღერძზე, არამედ გამოსახულების სიმეტრიულად, რაც შეცდომას იწვევს ცილინდრის ნამდვილი ღერძისა და მისი გამოსახულების ღერძის შეუთავსებლობის გამო.

ვ. შიშკინის კონსტრუქციის მცირეფაზიანი ცილინდრი (ნახ. 10^ბ) მზისაგან ნებისმიერი მხრიდან განათებისას ჩვეულებრივ ცილინდრთან შედარებით ნათდება თანაბრად, აგრეთვე ის უკეთესად ჩანს შორიდან. იგი შედგება შიგა და გარე წრეებისაგან, რომლებიც შეერთებულია რადიალურად ჩალაგებული თამასებით.

2. ხის რუხჯანება მარტივი პირამიდის ანაბრში

თუ რეკონოსტირებით დადგენილია პირამიდის საერთო H და დასამიზნებელი ცილინდრის h სიმაღლე, შეიძლება გამოვიყვალეთ პირამიდის დანარჩენი ელემენტების ზომები შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. ძირითადი სვეტების კოპიტულასთან შეერთებამდე სიმაღლე

$$H' = H - 1,5h; \quad (7.1.1.3)$$

2. მდგრადობის შესაბამისად პირამიდის კვადრატული ფუძის გვერდის სიგრძე

$$a = \frac{H'}{3}; \quad (7.1.1.4)$$

3. დედამიწის ზედაპირიდან ძირითადი სვეტის სიგრძე

$$l' = \sqrt{\left(\frac{c}{2}\right)^2 + (H')^2} \quad (7.1.1.5)$$

სადაც c არის პირამიდის კვადრატული ფუძის დიაგონალი;

4. ძირითადი სვეტის სრული სიგრძე

$$l = l' + 1,00 \text{ მ}, \quad (7.1.1.6)$$

სადაც 1,00 მ არის ორმოს სიღრმე

5. კოპიტულას სიგრძე

$$b = 1,5h + \frac{H'}{3}. \quad (7.1.1.7)$$

როგორც ძირითადი ბოძების, ისე დანარჩენი ელემენტების სიგრძეებსა და დიამეტრებს შორის დაცული უნდა იყოს (1) და (2) უტოლობები.

მაგალითი 7.1.1.1¹. რეკონოსტირებით დადგენილია პირამიდის საერთო სიმაღლე $H=10$ მ; დასამიზნებელი ცილინდრის სიმაღლე $h=0,60$ მ (ნახ. 11).

1. (3) ტოლობით დედამიწის ზედაპირიდან სვეტების კოპიტულასთან შეერთების სიმაღლე

$$H' = 10,00 - 0,90 = 9,10 \text{ მ};$$

2. (4) ტოლობით პირამიდის კვადრატული ფუძის გვერდის სიგრძე

$$a = 9,10 : 3 = 3,03 \text{ მ},$$

ხოლო ფუძის დიაგონალი კი იქნება

$$c = 3,03 \cdot \sqrt{2} = 4,28 \text{ მ};$$

3. (5) ტოლობით დედამიწის ზედა ძირითადი სვეტის სიგრძე

$$l' = \sqrt{(2,14)^2 + (9,10)^2} = 9,35 \text{ მ};$$

4. (6) ტოლობით ძირითადი სვეტის სრული სიგრძე

$$l = 9,35 + 1,00 = 10,35 \text{ მ};$$

¹ იხილეთ I ტომის 24 გვერდზე მეორე შენიშვნა.

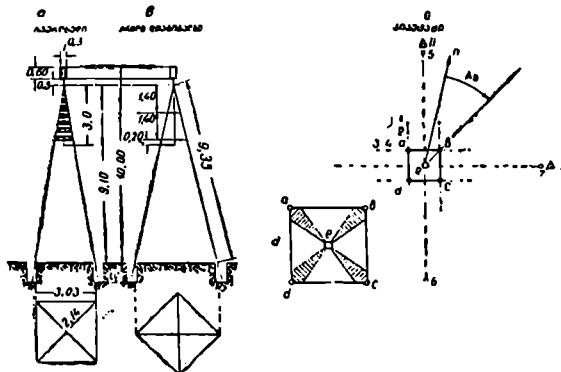
5. (7) ტოლობით კაპიტულას სიგრძე

$$b = 0,90 + \frac{9,10}{3} \approx 3,90 \text{ მ.}$$

3. ხის ოთხფანანაზა მარტივი პირამიდის ადგილზე დაკვალვა

საერთოდ, გეოდეზიური პუნქტის აგებისათვის პირველ რიგში აშენებენ გარე ნიშანს და შემდეგ ცენტრს, რითაც ადვილდება მისი ზედა ნიშნის ცენტრის პროექციის პუნქტის ცენტრზე შეთავსება.

შესრულებული ანგარიშის შესაბამისად მილიმეტრიან ქაღალდზე ფან. კრით უნდა შედგეს სქემატური ნახაზი 1:100 მასშტაბში ყველა ზომების ჩვენებით (ნახ. 11^ა). გარდა ამისა, იმავე ფურცელზე 1:200 მასშტაბით აგებენ პიკეტაჟს ანუ პალოების სისტემას, რომლის გამოყენებით ხდება: პირამი-



ნახ. 7.1.1.11.

დის ფუძის დაკვალვა, საკიმარი და საკონტროლო პალოების დასმა ადგილზე. იქვე ნაჩვენებია უნდა იყოს თეოდოლიტის დაყენების ადგილები, რაც საშუალებას გვაძლევს მთელ ნაგებობას კონდენს სწორი ფორმა და სიმეტრიულობა ნიშნის ცენტრზე გამავალი ვერტიკალური ღერძის მიმართ (ნახ. 11^ა).

მთავარია პირამიდის ფუძის ორიენტირება, რაც გამოიხატება იმაში, რომ არცერთი სვეტი ხელს არ უნდა გვიშლიდეს ცენტრიდან მოსაზღვრე პუნქტებზე ჰოგარის დამიზნების დროს; აგრეთვე ჰორიზონტული დიფერენციალური რეფრაქციის გავლენით დამზერის სხივის გამრუდების ასაცილებლად დამზერის სხივი სვეტებიდან უნდა გადიოდეს არაუახლოეს 20 სანტიმეტრისა.

(11^ა) პიკეტაჟის ორიენტირებისათვის, ანუ e ცენტრიდან ერთ-ერთი გვერდის (ვთქვათ, eb გვერდის) შავნიტური აზიმუტის დადგენისათვის, საკი-რთა გაცვილულ (გამჭერივალე) ქაღალდზე 1:100 მასშტაბში დაიხაზოს მხოლოდ ძირითადი a, b, c, d სვეტები და e ცენტრი (ნახ. 11^ა). შემდეგ ხაზა-ვენ უზინარ (უხილავ) ზონებს (დამტრისხული ნაწილები), რისთვისაც e ცენ-ტრისა და ძირითადი a, b, c, d სვეტების შემაერთებელი ხაზებიდან ორივე მხარეზე ტრანსპორტრით აგებენ ათ-ათ გრადუსიან კუთხეებს. მაშასადამე

a, b, c, d კონტურში ჩაისმება ოთხი 20° -ნი ცენტრალური კუთხის მქონე უჩინარობის ზონა. ამავე დროს, როგორც ცნობილია, უნდა გვექონდეს წვრილმასშტაბიანი რუკა, რომელზეც ყოველი პუნქტი შეერთებულია თავის მოსაზღვრე დასამზერ პუნქტებთან. ამ რუკაზე მოცემებით განხილად პუნქტს და მის ცენტრს შევუთავსებთ დახაზული სქემის ცენტრს, რომლის ირგვლივ სქემის ბრუნვით მოცემებით მის ისეთ მდებარეობას, საიდანაც არცერთი მიმართულება მოცემული პუნქტიდან დასამზერ პუნქტებზე. რომლებიც ნაჩვენებია რუკაზე, არ ხედებოდეს სქემის უჩინარობის ზონაში. სქემის ამ მდებარეობას დავამაგრებთ რუკაზე და ტრანსპორტირით გავზომავთ ϵ ცენტრიდან ერთ-ერთ სვეტზე ან რომელიმე საორიენტირო ადგილობრივ საგანზე მიმართების აზიმუტს. ამ აზიმუტისა და რუკაზე მიწერილი δ მიხრილობის საშუალებით განესაზღვრავთ აღნიშნული მიმართულების მაგნიტურ აზიმუტს.

ვთქვათ, როგორც შევნიშნეთ, ვანისაზღვრა 11° სქემის *eb* გვერდის მაგნიტური A_5 აზიმუტი, რომელიც ნაჩვენებია 11° სქემაზე.

11° სქემის ადგილზე დაკვალვისათვის თეოდოლიტს ვცენტრავთ ადგილზე პუნქტის ცენტრის აღმნიშვნელ e პალოზე და თეოდოლიტის ბუსოლისა და პორიზონტული წრედის გამოყენებით ცნობილი A_5 აზიმუტით ვადგენთ მიმართულებას, რომელზეც ხვეულათი გადავზომავთ $\epsilon = 4,28$ მ დიაგონალის ნახევარს, სადაც დაისმება b პალო (პალოები და სვეტები ნახაზზე ერთი და იმავე აღნიშვნებითაა), რომლის ადგილას დაყენებული უნდა იქნეს პირამიდის ძირითადი b სვეტი. მიმართულებასთან $90-180^{\circ}$ და 270° კუთხეებისა და დიაგონალის ნახევრების გადაზომვის შესაბამისად დაისმება პალოები, სადაც დაყენებული უნდა იქნეს c, d, a ძირითადი სვეტები. 360° ანუ eb მიმართულება აიღება საკონტროლოდ; აგრეთვე ადგილზე კვადრატის გადატანის ხისწორე მოწმდება მისი ყოველი გვერდის უშუალოდ გაზომვით. შემდეგ ერთ-ერთ, ვთქვათ, *eb* მიმართებიდან 45° და 315° მიმართულების კუთხის შესაბამისად გადავზომავთ პირამიდის $H=10$ მ სიმაღლეს პლუს 4 მეტრ მანძილებს, სადაც დაისმება I და II პალოები, რომლებზეც ვცენტრავთ თეოდოლიტს პირამიდის ვერტიკალურად დაყენების საკონტროლოდ. ამის შემდეგ თეოდოლიტი აიღება აღნიშნული ცენტრიდან და დანარჩენი დაკვალვა თვალზომით სრულდება.

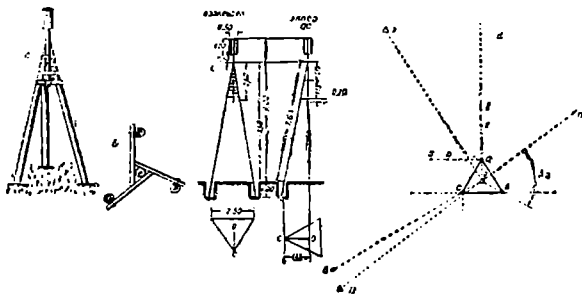
პირველ რიგში დაკვალული ფუძის ყოველი გვერდის გასწვრივ ორივე მხარეზე 4—6 მეტრის მოშორებით ასობენ ორ-ორ საკონტროლო პალოს, რომლებიც გამოიყენება იმისათვის, რომ ადგილზე ზუსტად იქნეს ამოთხრილი ორმოგები ძირითადი სვეტების ჩასაყენებლად. მაგალითად, 11° სქემაზე a სვეტისათვის ორმოს ამოსაღებად გამოიყენება 1-ლი, 2 და 3, მე-4 საკონტროლო პალოები, რომელთა შესაბამისი წრფეები ურთიერთ იკვეთება 90° -ზე, ზუსტად a პალოს ცენტრზე, რომელიც ორმოს ამოღების დროს უნდა იქნეს ამოძრობილი. ასე რომ, ყოველი სვეტისათვის ადგილზე რჩება ორ-ორი წყვილი საკონტროლო პალო (ნახაზზე წარწერილია მხოლოდ 1, 2, 3, მე-4 პალოები) შემდეგ, ფუძის e ცენტრისა და ყოველი გვერდის შუა წერტილის გასწვრივ დაახლოებით პირამიდის სიმაღლეს პლუს ორ მეტრ მანძილზე ჩაისმება საჭიმარი მე-5, 6, 7, მე-8 პალოები, სადაც უნდა ჩამაგრდეს სვეტები,

რომლებზეც შემოებევა ტროსები, რათა პირამიდა დაყენებისა და ჩამაგრების პერიოდში იქნეს დაჭერილი.

ამის შემდეგ იწყებენ კომპიუტულას, დასამზერო ცილინდრის ძირითადი სვეტებისა და ყველა ელემენტის დამზადებას ნახაზების მიხედვით.

4. ხის სამწახნაგა პირამიდა

ხის სამწახნაგა პირამიდის (ნახ. 12^ა) სვეტების კომპიუტულასთან მიმაგრება ნაჩვენებია 12^ბ ნახაზზე. ამ პირამიდის ანგარიში ანალოგიურია ოთხწახნაგა პირამიდისა, მხოლოდ პირამიდის ფუძის ცენტრიდან მთავარ სვეტებამდე



ნახ. 7.1.1.12.

$oc = c$ მანძილი გამოითვლება, როგორც ტოლგვერდა სამკუთხედის წვერობზე შემოხაზული წრეხაზის რადიუსი ფორმულით

$$c = \frac{a}{\sqrt{3}}, \quad (7.1.1.8)$$

სადაც a არის ტოლგვერდა სამკუთხედის გვერდის სიგრძე, გამოთვლილი (4) ტოლობით.

სვეტის l სიმაღლე კი გამოითვლება (5) და (6) ფორმულებით

$$l = l' + 1,00 = \sqrt{c^2 + (H')^2} + 1,00 \text{ მ}, \quad (7.1.1.9)$$

სადაც H' არის ძირითადი სვეტების კომპიუტულასთან შეერთებამდე სიმაღლე, გამოთვლილი (3) ფორმულით;

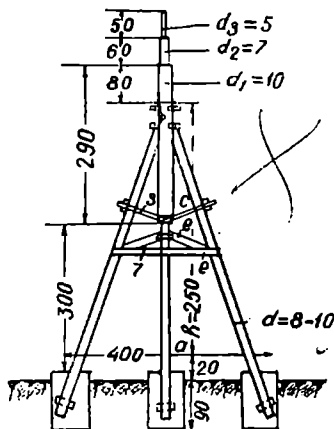
1,00—ორზოს სიღრმე.

პირამიდის სქემა და დაკვალვის პიკეტაჟი ნაჩვენებია 12^ვ და 12^გ ნახაზზე.

5. ლითონის ხამწახნაგა პირამიდა

ლითონის სამწახნაგა პირამიდებს მეტწილად იყენებენ საქალაქო და სპეციალურ ტრიანგულაციაში. (13) ნახაზზე გამოსახულია თბილისის, მისი მეტროპოლიტენისა და სხვადასხვა სარწყავი არხების გვირაბებისათვის შესრულებულ სპეციალურ ტრიანგულაციებში გამოყენებული ერთ-ერთი ლითონის

სამწახნავა პირამიდა. მისი ძირითადი სვეტები წარმოადგენს ფოლადის 8—10 სმ დიამეტრის მქონე მილებს, რომლებიც ჩაბეტონებულია 0,90 მეტრ სიღრმეზე/დასამიზნებელი ცილინდრი კომიტულას გაგრძელება და ძირითადი სვეტების კომიტულასთან შეერთების ადგილზე დიამეტრი თანდათან მცირდება; მაგალითად, ნახაზზე $d_1 = 10$ სმ, $d_2 = 7$ სმ, და $d_3 = 5$ სმ, რაც სხვადასხვა თანრიგის პუნქტებზე ანუ სხვადასხვა მანძილებზე ერთნაირი სიზუსტით დამიზნების საშუალებას იძლევა. მიწის ზედაპირიდან 2,5 მეტრის სიმაღლეზე ძირითადი სვეტები შეკრულია ლითონის რიგვლებით; მის ზემოთ 0,5 მეტრით კომიტულას ბოლოზე მიღებულია დაცენტრისათვის მარეგულირებელი დიფრაგმა 3. ფუძის გვერდი $a = 4$ მეტრს, ხოლო მთლიანი სიმაღლე ტოლია 7 მეტრისა/ფუძე აქვს მდგრადობისათვის საჭიროზე ცოტა გადაჭარბებული ოდენობის, რაც პირამიდის ძირითად სვეტებსა და ინსტრუმენტის დასადგმელ სვეტს (ნახაზზე ნაჩვენებია არ არის) შორის დამკვირვებლის თავისუფალი გადაადგილების საშუალებას იძლევა.



ნახ. 7.1.1.13.

II. მარტივი, რთული და რთული სიგნალი შუალედი სვებებით

მარტივი სიგნალი (ნახ. 14^ა) შედგება ორი ურთიერთ იზოლირებული პირამიდისაგან: გარე (ნახ. 14^ა) — ოთხწახნავა, რომელზეც მოწყობილია დამკვირვებლის მოედანი და სახურავი დასამიზნებელი ცილინდრით; შიგა (ნახ. 14^ბ) — ოთხ ან სამწახნავა, რომელზეც ინსტრუმენტის დასაყენებლად დამაგრებულია მაგიდა.

თვალსაჩინოებისათვის (14^ა) სიგნალის გარე და შიგა პირამიდები წარმოდგენილია ცალ-ცალკე ოთხწახნავა (14^ა) და სამწახნავა პირამიდის (14^ბ) ნახაზის სახით.

ანგარიში წარმოებს ± 1 სმ დასაშვები შეცდომით შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. რეკოგნოსცირებით დადგინდება სიგნალის სიმაღლე დედამიწის ზედაპირიდან მაგიდამდე $i = 12,20$ მ;

2. საზღვრავენ დამკვირვებლის მოედნის H სიმაღლეს

$$H = i - 0,10 - 1,10 = 12,20 - 1,20 = 11,00 \text{ მ}, \quad (7.1.1.10)$$

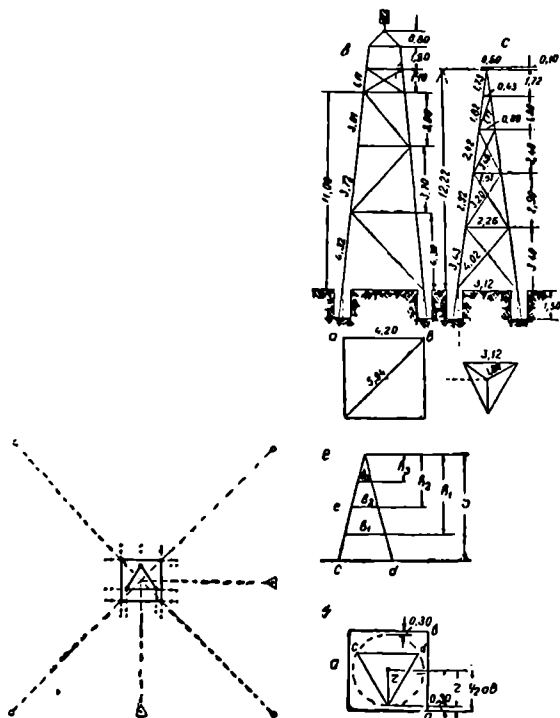
სადაც 1,20 მ არის დამკვირვებლის მოედნიდან მაგიდულას სიმაღლე მისა სისქის (0,10 მ) ჩათვლით.

H სიმაღლის გამოთვლა შეიძლება მიახლოებით, რისთვისაც ანგარიში შეიძლება შეტანილ იქნეს არა შვეული მანძილები, არამედ ფერმის სიბრტყის

დახრილი სიგრძეები. ამ შემთხვევაში სიგნალს 50 მეტრიც რომ ჰქონდეს სიმაღლე, შეეღობა იქნება 0,4 მეტრამდე, რეკოგნოსტიკებით დადგენილი \pm სიმაღლე კი აიღება ± 1 მეტრის განსხვავებით;

3. გამოითვლება შიგა პირამიდის I სიმაღლე (ნახ. 14°).

იმისათვის, რომ შიგა პირამიდის სიმაღლე შესაბამისი იყოს გარე პირამიდისა, საჭიროა გარე პირამიდის სიმაღლე (H სიმაღლე + 1,10) გადაშრავლ-



ნახ. 7.1.1.14.

დეს 1,01-ზე (ყოველ მეტრს მოემატოს 1 სმ), რადგანაც შიგა პირამიდა უფრო დახრილია, ვიდრე გარე პირამიდა; 0,10 მეტრი კი შავიღულას სისქეა. მაშასადამე, შიგა პირამიდის სიმაღლე გამოითვლება ფორმულით:

$$I = (H + 1,10) \cdot 1,01 = (11,00 + 1,10) \cdot 1,01 = 12,22 \text{ მ}; \quad (7.1.1.11)$$

4. ისაზღვრება გარე პირამიდის ფუძის გვერდის სიგრძე (ნახ. 14°)

$$ab = \frac{H}{5} + 2,00 = \frac{11,00}{5} + 2,00 = 4,20 \text{ მ}, \quad (7.1.1.12)$$

სადაც 2,00 შ' არის დამკვირვებლის მოედნის სიგანე.

5. შიგა პირამიდის გვერდის სიგრძე გამოითვლება, როგორც $r = \frac{ab}{2} - 0,30 = \frac{4,20}{2} - 0,30 = 1,80$ მ რადიუსიან წრეხაზში ჩაწერილი სამკუთხედის გვერდი, ფორმულით (ნახ. 14^ა):

$$cd = r\sqrt{3} \approx 3,12 \text{ მ.} \quad (7.1.1.13)$$

6. შიგა პირამიდის I სიმაღლისა და ფუძის cd გვერდის მიხედვით მილიმეტრებიან ქალაქზე 1:50 ან 1:100 მასშტაბში დაიხაზება პირამიდის მთელი ჩარჩო; სამაგრი ჯვარედნების ურთიერთ 90°-ით გადაკვეთის შესაბამისად დაინიშნება გვირგვინები და პირამიდის წვეროდან ყოველ გვირგვინამდე გრაფიკულად განისაზღვრება h_1, h_2, h_3, \dots მანძილები (ნახ. 14^ბ).

7. ყოველი გვირგვინის გვერდის b_i სიგრძე (ნახ. 14^ბ) განისაზღვრება ფორმულით:

$$b_i = k \cdot h_i, \quad (7.1.1.14)$$

სადაც

$$k = \frac{cd}{I} = \frac{3,12}{12,22} = 0,26 \text{ მ;}$$

8. ჯვარედის s_i სიგრძე გამოითვლება როგორც ტოლფერდა ტრაპეციის დიაგონალი, ფორმულით:

$$s_i = \sqrt{\left(\frac{b_{n+1} + b_n}{2}\right)^2 + t_i^2}, \quad (7.1.1.15)$$

სადაც b_{n+1} და b_n — იმ იარუსის ზედა და ქვედა გვირგვინის გვერდის სიგრძეებია, რომელშიც იმყოფება ჯვარედი; t_i — ტრაპეციის სიმაღლე, განსაზღვრული გრაფიკულად.

9. გვირგვინებს შორის პირამიდის ძირითადი სვეტის სიგრძე გამოითვლება ფორმულით:

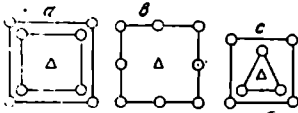
$$l = \sqrt{\left(\frac{b_n - b_{n+1}}{2}\right)^2 + f_i^2},$$

სადაც f_i არის იარუსებს შორის სიმაღლე.

გამოთვლილი ზომების შესაბამისად ვადგენთ სქემატურ ნახაზს (14^{ბ,ვ}) და პიკეტაჟს (14^დ).

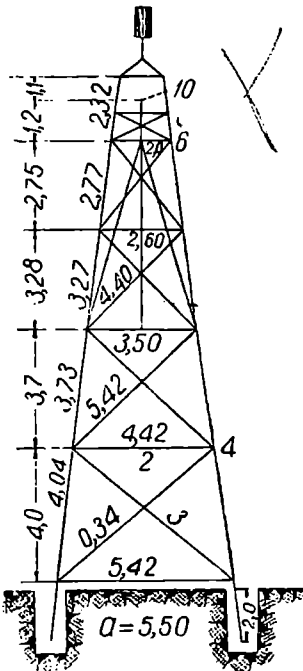
სპეციალური ტრიანგულაციის პუნქტებზე იყენებენ 2 სმ დიამეტრისა და 50 სმ სიგრძის 10 ცალი მილაკისაგან შემდგარ თავებში 5 მმ სისქის სალტეთი შეკრულ 20 სმ დიამეტრის მქონე დასამიზნებელ ცილინდრს. მის ცენტრში გადის 2,5 სმ დიამეტრის რკინის ღერო. ასეთი სახის დასამიზნებელი ცილინდრი ოთხი ბჯენით მაგრდება კომპიტულას (ცენტრის სვეტის) თავზე ხრახნებისა და ქანჩების საშუალებით. ცნობილი წესით შიგა პირამიდის თავზე 1,2 მეტრის სიმაღლეზე ეწყობა ინსტრუმენტის დასაყენებელი მაგიდა ორი 4—5 სმ სისქის და 0,5 მეტრი დიამეტრის ფიცრისაგან. დაპკვირვებლის ასასვლელად ძალად სიგნალებში შიგნიდან ეწყობა კიბეები, ხოლო დაბალ სიგნალებში შეიძლება კიბეები გარედანაც ვაკეთდეს (ნახ. 14^ვ).

სიგნალების შიგა და გარე სვეტების შესაძლო ურთიერთ განლაგება მოცემულია (15^{ა, ბ, გ}) ნახაზზე. სვეტებისათვის ერთნაირი დონის თხრილების დასამზადებლად იყენებენ ნიველირს.



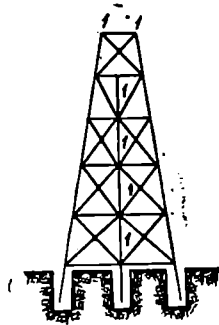
ნახ. 7.1.1.15.

მიხედვით რამდენიმე (მაგალითად, მე-16 ნახაზზე 2) იარუსის შემდეგ გვირგვინების დონეზე გარე პირამიდის ძირითად სვეტებს აყრდნობენ ინსტრუმენტულ პირამიდის სვეტებს. ამ პირამიდის შუა სვეტი, რომელზეც მაგრდება პაგილულა. გადის დამკვირვებლის იატაკში ისე, რომ მას არ ეხება და რიგე-



ნახ. 7.1.1.16.

ლებით, ირიბანებითა და დიაფრაგმებით შეკრულია, რის გამო იგი ხისტ სისტემას წარმოადგენს. დადგენილია, რომ დამკვირვებლის გადაადგილებით ინსტრუმენტის სტაბილურობა უმნიშვნელოდ ირღვევა. ასეთი კონსტრუქციის გამართლება, გარდა მასალის ეკონომიისა, ისაა, რომ მოკლე შიგა პირამიდა მაღალ დამოუკიდებელ პირამიდასთან შედარებით უფრო სტაბილურია.
 რთული სიგნალი შუა-ღედი სვეტებით (ნახ. 17) განსხვავდება რთული სიგნალისაგან იმით,



ნახ. 7.1.1.17.

რომ დიდი სიმაღლის გამო მიწის ზედაპირიდან ოთხი-ხუთი იარუსის სიმალღემდე ძირითადი ფერმები გაძლიერებულია დამატებითი სვეტებით (ნახაზზე 1 ნიშნით), რომლებსაც აყენებენ ძირითად სვეტებს შორის იმავე

III. გეოდეზიური პუნქტების აგება

პიკეტაჟის შესაბამისად გეოდეზიური პუნქტების (ვთქვათ, სიგნალის) აგებას ასრულებენ შემდეგი თანამიმდევრობით: პირველ რიგში აგებენ შიგა პირამიდას, შემდეგ გარე პირამიდას და ბოლოს პუნქტის ცენტრს. ასეთივე თანამიმდევრობით ხდება პირამიდების აგება. მიღებული თანამიმდევრობა აადვილებს პუნქტის ცენტრის მიწის ზედა ნიშნის სამიზნის ცენტრის პროექციისადმი შეთავსებას.

როგორც წინა მუხლში იყო შენიშნული, ძირითადი სვეტების ორმოების ძირის ერთ ღონეზე დასაყენებლად იყენებენ ნიველირს. ნიშნების ელემენტების დამზადებისა და აწყობის შემდეგ მცირე სიმაღლის პირამიდებს აშენებენ საშუალებით პირდაპირ აყენებენ და ძირითად სვეტებს მტკიცედ ამაგრებენ მიწის სათანადოდ დატყეპნით. სიგნალები და რთული სიგნალები კი აიგება თანდათანობით დაბლა იარუსებზე ზედა იარუსების დაშენებით. ქარხანაში დამზადებული ლითონის სიგნალის შიგა პირამიდა უკვე აკრებილი დგას ადგილზე, ხოლო გარე პირამიდის სამი წახნაგი ერთად შეკრული დაიდგმება, რომელსაც ადგილზე მიადღებენ მეოთხე წახნაგს. კვანძების ადგილები კარგად უნდა იყოს შედუღებული.

პირამიდების დაყენების შემდეგ თხრიან ცენტრის ორმოს, რომელშიც საჭირო სიღრმეზე ჩაამაგრებენ წინასწარ დამზადებულ მონოლითებს. ცენტრის ორმოს თავზე მაგრდება ფიცარი, რომელზეც ჩამოგვემოდება გარე ნიშნის ცენტრი, ინსტრუმენტის მაგიდის ცენტრი, რათა ისინი და მონოლითების ქვედა, შუა და ზედა მარკების ცენტრები ერთ შვეულ ხაზზე იქნეს დაყენებული. ხსენებულ ფიცარზე გარე ნიშნისა და ინსტრუმენტის მაგიდის ცენტრის ჩამოტანა ხდება სიგნალისადმი თეოდოლიტის სამჯერ (120°) დაყენების შესაბამისად. მიღებულ წერტილში ან შეტდომის სამკუთხედის (როცა მისი გვერდები არ გადასცილდება 2—3 მმ) ცენტრში კეთდება 2—3 სმ დიამეტრის ნახვრეტი და მძიმე ხისტი ან ოპტიკური შვეულით აღწევენ მონოლითების სამი ცენტრის ზემოხსენებულ ერთ შვეულ ხაზზე დაყენებას.

საერთოდ უნდა გვახსოვდეს, რომ პუნქტების შერჩევა, დაპროექტება და მშენებლობა უნდა შესრულდეს ინსტრუმენტით, რაც ფორმდება სათანადო აქტით.

C. პოლიგონომეტრიული პუნქტების

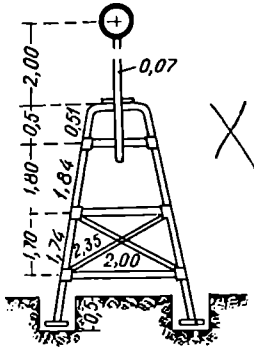
პოლიგონომეტრიულ პუნქტებს აშენებენ ქუჩის სავალი ნაწილის ერთ მხარეზე ტროტუარიდან 1—1,5 მეტრის დაცილებით; ფართო ქუჩებზე კი სავალი ნაწილის შუაში.

ქუჩების სავალ ნაწილში პუნქტების მშენებლობისა და გამოყენების უზერხელობის გამო ხშირად იყენებენ კედლის ნიშნებს.

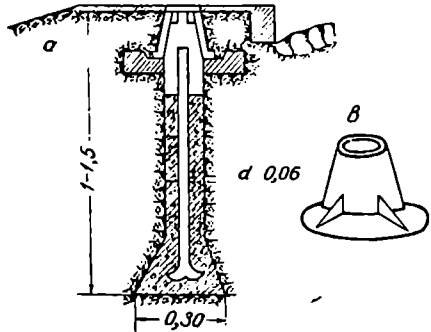
ზუსტი პოლიგონომეტრიის ცენტრები ეწყობა ისევე, როგორც მისი შესაბამისი კლასის ტრიანგულაციის პუნქტების ცენტრები, ხოლო გარე ნიშნებად მთავარ პუნქტებზე იყენებენ პირამიდებსა და სიგნალებს ისეთი სიმაღლისას, რომ მიზნების სხივი გადიოდეს ხელის შემშლელი საგნებიდან 2—3 მეტრამდე ზევით.

I კლასის პოლიგონომეტრიაში დასამზერად იყენებენ სასინათლე სიგნალებს, ხოლო დანარჩენი კლასების პოლიგონომეტრიაში კი სასაგნე ნიშნებს.

უფრო მიღებულია ბრტყელი სამიზნეები შავი დისკოს სახით, შუაზე თეთრი რგოლით ან ოთხკუთხა ფარის სახით, რომელიც იღებება ზემოთ შავი და



ნახ. 7.1.1.18.

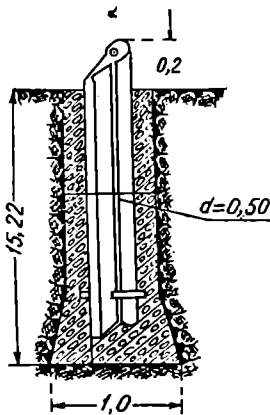


ნახ. 7.1.1.19.

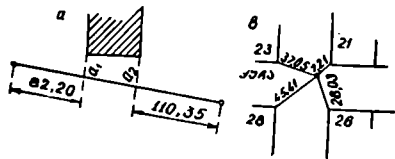
ქვემოთ თეთრი ფერის საღებავით. დასამზერი ნიშნის სიგანე დამოკიდებულია ხაზის სიგრძეზე; დამზერის კუთხე უნდა იყოს არანაკლებ 10° .

დაბალი (III) კლასის პოლიგონომეტრიაში იყენებენ რკინის დასაშლელ პირამიდებს (ნახ. 18), რომლის თავზე ნებისმიერი ბრუნვის შესაძლებლობის მიზნით ხრახნებით მაგრდება 2 მეტრი სიმაღლის ლეროზე სამიზნე შავი დისკო შუაზე თეთრი რგოლით. პუნქტიდან დაკვირვებების დროს აღნიშნული ლერო იხსნება და მის ადგილას ოპტიკური ცენტრირით აყენებენ თეოდოლიტს, ხოლო დამკვირვებლისათვის კი იყენებენ ხის დასაშლელ ბაქანს.

შუალედ პუნქტებზე იყენებენ 8 მეტრი სიმაღლის სამფეხა პირამიდებს, რომლებზეც დასამზერად არის მოწყობილი რკინის ლეროზე დამაგრებული 1 მეტრი სიგრძის და $30-40^\circ$ დამზერის კუთხის შესაბამისი სიგანის ფიკარი.



ნახ. 7.1.1.20.



ნახ. 7.1.1.21.

სპეციალურ პოლიგონომეტრიაში დასახლებულ ტერიტორიაზე პუნქტები მაგრდება (19^ა) ნახაზის შესაბამისად, რომელიც წარმოადგენს ბეტონის მონოლითს შუაში რკინის ლეროთი, რომლის თავზე დაკვესი-

ლია — დაქდებულია ჯვარელი 1 მმ დიაპეტრის ნახვრეტით (ცენტრით). განხილად ცენტრს ზემოდან ახურავენ თუჯის ხუფს (ნახ. 19^ა), რომელზეც წარწერილია პუნქტის ნომერი.

დაუსახლებელ ტერიტორიაზე (ქალაქ გარეთ) პუნქტს წარმოადგენს რელსი მოსწორებული თავით, რომელზეც დაქდებულია ჯვარედინი და ხვრეტი (ნახ. 20). რელსის თავი დედამიწის ზედაპირიდან ამოწეულია 0,20—0,50 მეტრით და ირგვლივ უკეთდება ყორანნი.

საჭიროებისამებრ პუნქტების მოსაძებნად მათ მდებარეობას საზღვრავენ მულმივი ობიექტების მიმართ, რასაც პუნქტის მიბმას უწოდებენ.

პუნქტის მიბმა სავალდებულოა სამ ობიექტზე, ხოლო თუ ამის შესაძლებლობა არ არის, მაშინ საჭიროა ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში მიბმის ხერხის მოსაზრება. ყოველი მიბმისას უნდა შედგეს ნახაზი, რომელზეც დაიტანება მანძილები მეტრებში ობიექტებიდან პუნქტამდე (იხ. ნახ. 21^{ა, ბ}).

დ. ხასიმალო სანიველო საფუძვლის ნიშნები

განხილადი ნიშნებისაგან განსაკუთრებით მოითხოვება, რაც შეიძლება დიდი ხნით უცვლელად შეინარჩუნონ სიმაღლე. ამ ნიშანთვისების მიხედვით ასხვავებენ მულმივ და დროებით ხასიმალო ნიშნებს. სანიველო მულმივი ნიშნებია: ფუნდამენტური რეპერები, კედლის მარკები, კედლის რეპერები და გრუნტის რეპერები.

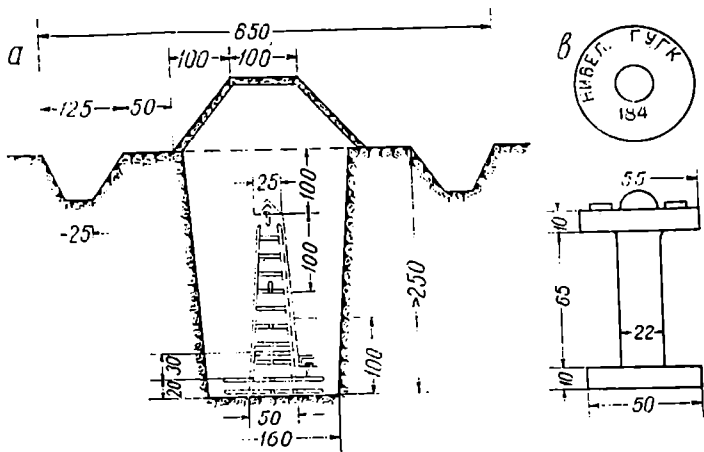
ა. ფუნდამენტური რეპერები

უკანასკნელ ხანებში I კლასის სანიველო სვლებზე ყოველ 50—80 კმ აშენებენ გრუნტების ფუნდამენტურ რეპერებს, რომლებიც ხასიათდებიან კონსტრუქციის სირთულით და მეტი სიღრმით, რაც ადგილის გეოლოგიური კვლევის (ქაბურღილები და შურფები) შედეგად დგინდება. მაგალითად, ხასიმალო მშენებლობისთვის გრუნტების განსაკუთრებული ხასიათის გამო სპეციალური, რთული კონსტრუქციის ხასიმალო ნიშნების ფუძის ჩალრმავება აღწევს 30—70 მეტრს. ასევე განსაკუთრებულ მოთხოვნებს უნდა აკმაყოფილებდეს I და II კლასის სანიველო სვლების ნიშნები. საერთოდ გრუნტების ფუნდამენტური რეპერები ორი ტიპისაა:

1. პირველი ტიპის ფუნდამენტური რეპერი

იგი წარმოადგენს რკინაბეტონის ოთხწახნაგა წაკვეთილ პირამიდას, რომლის ძირია რკინაბეტონის ფართო ფილა (ნახ. 22^ა). პირამიდის თავსა და ბოლოში მაგრდება მარკები (ნახ. 22^ბ).

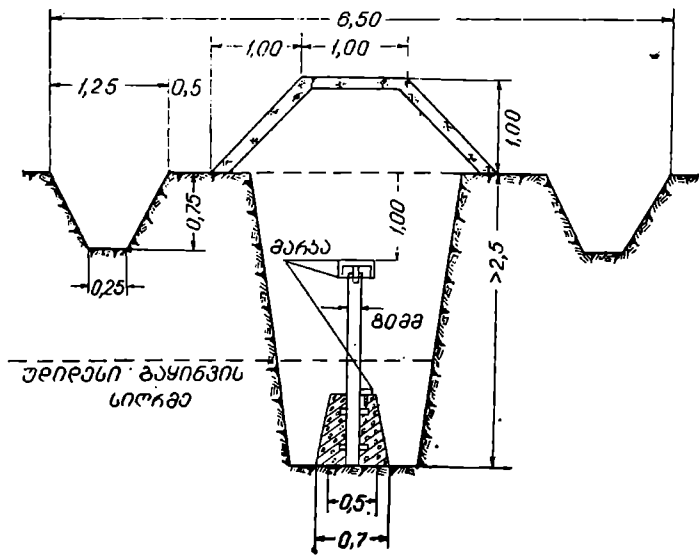
გაყინვის სიღრმის შესაბამისად რეპერი 2,5 მეტრამდე ღრმად უნდა იყოს გრუნტში ჩამაგრებული. მაგალითად, როცა გაყინვის სიღრმეა 1,7 მეტრი, მაშინ ფილა უნდა იყოს ჩალრმავებული კიდევ ქვევით ერთი მეტრით. ნიშანს ზემოდან უკეთდება ყორანნი და წყლისაგან დასაცავი მიწათხრილი.



ნახ. 7.1.1.22.

II. მეორე ტიპის უშნლაშებტური რკინის

იგი წარმოადგენს არანაკლებ 80 მმ დიამეტრის რკინის მილს, რომელიც მაგრდება ბეტონში (ნახ. 23). მილს ავსებენ ცემენტის უხსნარი და



ნახ. 7.1.1.23.

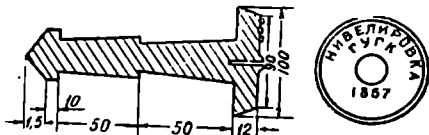
ზემოდან აღუღებენ საგანგებო ტიპის მარკას, ხოლო მის წვეულებად ბეტონის მონოლითის თავში მაგრდება (22^ა) ნახაზზე ნაჩვენები სახის მარკა.

ბ. კედლის მარკა და რეპერი

განხილადი ნიშნების ასაგებად იყენებენ ქვის, აგურის, ბეტონის ან რკინაბეტონის ნაგებობებს, რომლებიც უნდა იყოს აშენებული არანაკლებ 3—5 წლით ადრე კედლის მარკის ან რეპერის აგებამდე. ცხადია, ხსენებული ნაგებობის გრუნტი უნდა ხასიათდებოდეს საკმარისი მდგრადობით.

I. კედლის მარკა

იგი წარმოადგენს თუჯის დისკოს შვერილით, რომელიც მაგრდება კედელში (ნახ. 24). დისკოში გატარებულია 2—4 მმ დიამეტრის ხერეტი, რომლის ცენტრის ნიშნული არის გამოსავალი და რომელიც გამოიყენება ლარტყის ჩამოსაკიდებლად. მის დისკოზე წარწერილია შემსრულებელი ორგანიზაციის შემოკლებული დასახელება და მარკის ნომერი.

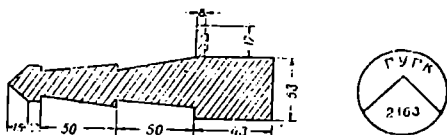


ნახ. 7.1.1.24.

განხილად მარკებს იყენებენ I და II კლასის სანიველო სელებზე და ყოველ 5—6 კილომეტრზე ამაგრებენ.

II. კედლის რეპერი

მარკისაგან იგი განსხვავდება იმით, რომ მის გამოსავალ ნიშნულს წარმოადგენს კედლის გარეთ გამოტანილი შვერილი, რომელზეც იდგმება ლარტყა (ნახ. 25). მიწიდან მისი ჩამაგრების შვეული მანძილია 0,6—0,7 მეტრი. მათ იყენებენ III და IV კლასის სანიველო სელებზე.



ნახ. 7.1.1.25.

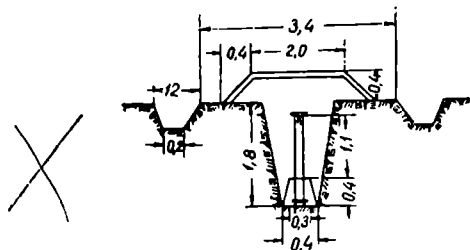
გ. გრუნტის რეპერი

იგი წარმოადგენს 60 მილიმეტრამდე დიამეტრის რკინის შილს, რომელიც მაგრდება ოთხწახნაგა წაყვეთილი პირამიდის სახის ბეტონში (ნახ. 26). პირამიდის სიგანეა 40 სმ, ხოლო ქვედა და ზედა ფუძე, შესაბამისად, 40 და 30 სმ. შილის თავზე აღუღებენ საგანგებო მარკას, ხოლო ბეტონზე ზემოდან ამაგრებენ (22^ა) ნახაზზე ნაჩვენები სახის მარკას.

შილის ნაცვლად შეიძლება რელსის გამოყენება, რომლის თავი დამუშავდება ისე, რომ მით შეიცვალოს ზედა მარკა.

როდესაც გრუნტი არის კლდოვანი და მისი სიღრმე დაახლოებით ერთ მეტრზეა, მაშინ მარკა უშუალოდ მაგრდება მასზე ცემენტის ხსნარით, ხოლო როცა კლდე 1,0—1,8 მეტრ სიღრმეზეა, მიწის რეპერიც (23) ნახაზზე ნაჩვენები სახისაა.

დადგენილია, რომ ერთნაირ გარემო (გრუნტის ხასიათი, წყლების დონე, გაყინვის სიღრმე) პირობებში სიმაღლის სტახილურობის მხრივ გრუნტის რეპერები უფრო საიმედოა, ვიდრე კედლის მარკები და რეპერები.



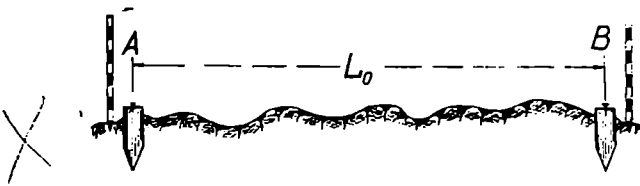
ნახ. 7.1.1.26.

დ. ღრობითი სახიმალო ნიშნები

ასეთ ნიშნებად შერჩეულია წერტილი შენობის ცოკოლზე, ღრმად ჩამაგრებულ ხის სვეტზე, გადაჭრილი ხის ძირზე; დასახლებულ ადგილებში კი რკინის ლეროს სფერულთავიანი ომბოხო. ამ ნიშნებს იყენებენ ნიველობის წარმოების პროცესში, სამუშაოს დასაწყისსა და ბოლოს შორის ან სამუშაოს დროებით შეწყვეტის შემთხვევაში ნიშნულის ფიქსირებისათვის, რათა იგი გამოყენებულ იქნეს ნიველობის დროს.

7.1.2. ხაზების დასარკვა

AB ხაზის ნებისმიერ ორ წერტილზე გატარებულ ვერტიკალურ სიბრტყეს AB ხაზის გასწვრივობა ეწოდება (ნახ. 1). ამ ხაზის L_0 ორთოგონალური პროექციის გაზომვისას საზომი ხელსაწყო მუდამ მის გასწვრივ უნდა იყოს დაკმეული. ამ მიზნისათვის აუცილებელია პალოებით და-



ნახ. 7.1.2.1.

მაგრებული A და B წერტილების მახლობლობაში დასმული სარები იყოს მათ გასწვრივ. რელიეფის თავისებურობისა ან დიდი სიგრძის გამო ხშირად საჭირო ხდება ხაზის გასწვრივობის დადგენა (დასარკვა) ანუ დამატებითი სარების დასმა AB ხაზის გასწვრივობაში! როცა ხაზის სიგრძე აღემატება 150 მეტრს, ვაკე ადგილებში სარების დასმას აწარმოებენ ყოველ 60—90 წყვილ ნაბიჯზე, ბორცვნარ ადგილებში — ყოველ 15—30 წყვილ ნაბიჯზე და

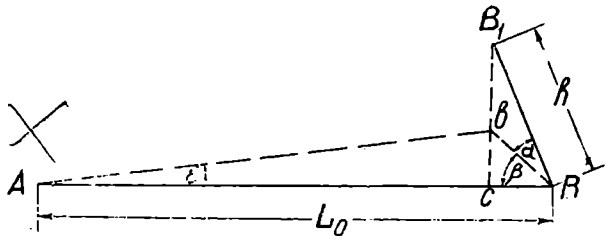
მთავარი ადგილებში კი უფრო მოკლე მანძილებზე. ამ შემთხვევაში, როდესაც ხაზის დასარვის თანდათანობითი მიხლოების ხერხს ვიყენებთ ან, როცა ხაზის A და B წერტილი კუთხის წვეროს წარმოადგენს და ადგილი მნიშვნელოვნად უსწორმასწოროა, მაშინ გარდა გასწვრივობისა აუცილებელია ამ წერტილებში სარები ზუსტად შეეულად იქნეს დაყენებული. განვიხილოთ ორივე შემთხვევა.

B წერტილში დასმული სარი (ნახ. 2) α კუთხით მისი დახრის გამო AB ხაზის გასწვრივ არ იმყოფება. რელიეფის თავისებურების გამო თუ დასარვისა და ხაზის გაზომვისას გამოვიყენებთ ამ სარის ბოლო B_1 წერტილს, ხაზის გასწვრივობიდან გადავიხრებით ε კუთხით. გასწვრივობის ამ შეცდომის ოდენობა მისი სიშორის გამო გამოითვლება ფორმულით:

$$\varepsilon' = \frac{bc}{Ab} \cdot \rho' = \frac{bB \cdot \sin \beta}{Ab} \cdot \rho' \approx \rho' \frac{h \cdot \cos \alpha \sin \beta}{L_0} \quad (7.1.2.1)$$

სადაც $\rho = 3438'$ არის რადიანი.

როგორც ვხედავთ, სარის $\beta = 0^\circ$ და $\beta = 180^\circ$ დახრის შემთხვევაში გასწვრივობის შეცდომა ადგილი არ ექნება. მაშასადამე, ხაზების დასარვისა და გაზომვის დროს უნდა ვეცადოთ, რომ ყველა სარი AB ხაზის გასწვრივობაში იყოს დაყენებული. ვთქვათ, $L_0 = 344$ მ; $h = 2$ მ; $\beta = 90^\circ$;

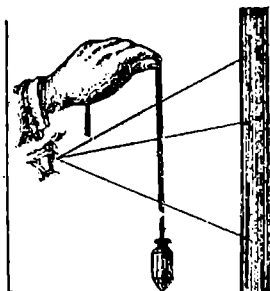


ნახ. 7.1.2.2.

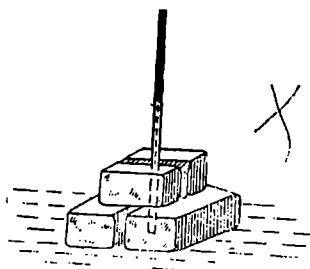
$\alpha = 87^\circ$, მაშინ (1) ფორმულით AB ხაზის მიმართულების შეცდომა $\varepsilon' \approx 1'$. ამ შემთხვევაში, როცა ადგილზე დანიშნული წერტილი კუთხის წვეროს წარმოადგენს და მასზე დაყენებულ სარის ძირში დამიზნება ვერ ხერხდება, მაშინ აუცილებელია სარი დაყენებული იყოს გასწვრივობასთან ერთად შეეულად. აგრეთვე თანდათანობითი მიხლოებისათვის გამოყენებული სარები, სანამ მათ ხაზის გასწვრივობაში დაემაგრებთ, ყოველთვის შეეულად უნდა დაყენოთ, რადგანაც ისინი (ან მათგან) სხვადასხვა წერტილებიდან (წერტილები) დაიშორებიან. ~~სარების როგორც ხაზის გასწვრივობაში, ისე შეეულად დასაყენებლად გამოიყენება შეეული (ნახ. 3).~~

საჭიროებისამებრ AB ხაზის გასწვრივობაში სარის დასმა ხდება AB მიმართებით შეეულით, ხოლო სარის შეეულად დასაყენებლად იგი დამატებით უნდა გასწორდეს AB მიმართების მართობულად შეეულით. ტლანქად სარის შეეულად დაყენება მეიძღბა შეეულის გარეშე იმავე წერტილებიდან სარის ძირიდან თავისაკენ თვალით გადახრის შეფასებით.

როდესაც წერტილი ადგილზე დანიშნულია თუნის, რკინის ღეროთი, ბეტონის (ნახ. 7.1.1.1^{ა, ბ}) ან რკინის მილით, რომელთა თავში ამოკვეთი-

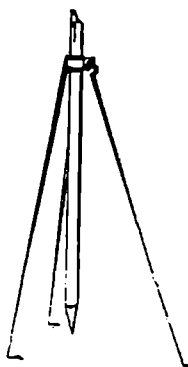


ნახ. 7.1.2.3



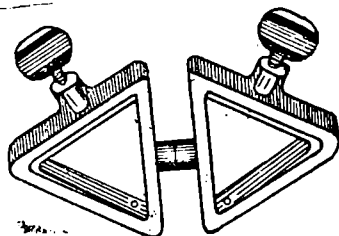
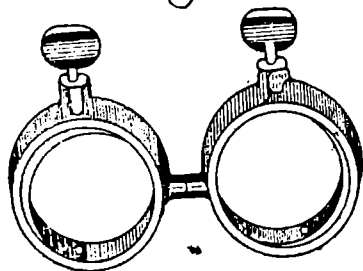
ნახ. 7.1.2.4

ლია კონუსური ან ცილინდრული ხერელი, მაშინ სარს ათავსებენ აღნიშნულ ხერელში. ცხადია, აქ მოითხოვება, რომ ხერელების გეომეტრიული ღერძები



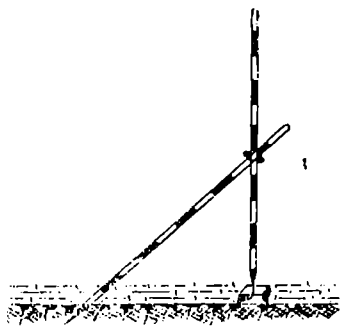
ნახ. 7.1.2.5

ზუსტად შვეულად იყოს დაყენებული. იმ შემთხვევაში, როცა მიწაში სარის ჩასმა შეუძლებელია, მაშინ მიზანი მიიღწევა შემდეგი ღონისძიებით: 1. სარს შემოულაგებენ აგურებს გარშემო (ნახ. 4); 2. მას ამაგრებენ საგანგებო სამუხეხას რგოლურ თავში (ნახ. 5); 3. იყენებენ ორმაგ მომპერს (ნახ. 6), რომელიც ერთად ამაგრებს ორ ან სამ სარს, რომელთაგანაც ერთი შვეულად არის დაყენებული წერტილის ზემოთ, ხოლო ერთი ან ორი სარი მას იქერს; ერთი ღამპერი სარი იხმარება იმ შემთხვევაში, როცა შესაძლებელია ნიადაგში მისი ჩარკობა (ნახ. 7), წინააღმდეგ შემთხვევაში იხმარება ღამპერი ორი სარი (ნახ. 8).

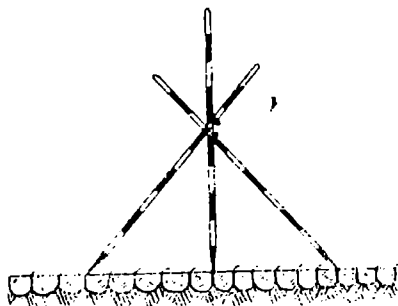


ნახ. 7.1.2.6

ხაზის დასარგვა შეიძლება თვალზონით (200 მეტრამდე), ბინოკლით (400 მეტრამდე), თეოდოლიტით (400 მ ზევით) და სამივე ან ორი საშუალების თანადროულად გამოყენებით. მოთხოვნილი სიზუსტისა და მიმოკვლევის სხვადასხვა სტადიის შესაბამისად ინსტრუქციით არის მითითებული, თუ როგორი ხერხით უნდა შესრულდეს ხაზის დასარგვა. მაგალითად, რკინიგზისა, სააე-



ნახ. 7.1.2.7.



ნახ. 7.1.2.8.

ტომობილო გზებისა და სხვა ზოლურ ნაგებობათა წინასწარი მიმოკვლევის (ძიების) დროს ხაზებს სარავენ თვალზონით, ბინოკლის გამოყენებით; არჩეული ვარიანტის მიხედვით საბოლოო მიმოკვლევისა, მშენებლობის მიზნით ტრასის აღდგენისა, სამშენებლო ბაღის აღვილზე დანიშნისათვის და სხვა — გამოიყენება თეოდოლიტი და მასთან ერთად ყველა საშუალება.

7.1.3. ხაზების დასარგვის შემთხვევები

პრაქტიკაში გვხვდება დასარგვის ორი ძირითადი შემთხვევა: პირველი, როცა საჭიროა დასმული ორი სარის მიხედვით ხაზის გაგრძელება, და მეორე, ორ დასმულ სარს შორის ხაზის დასარგვა. ტექსტში მოცემული წერტილები აღნიშნულია *A* და *B* ასოებით, ხოლო დამატებითი სარები არაბული ციფრებით და მათი დაყენების თანამიმდევრობა — ინდექსებიანი იმავე ციფრებით.

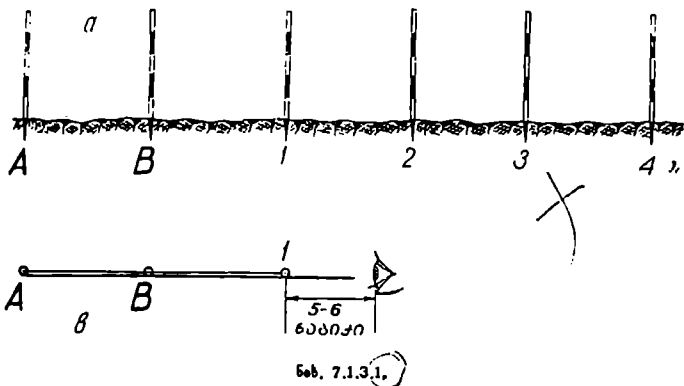
ა. დასმული ორი სარის მიხედვით ხაზის გაგრძელება

აქ განიხილება როგორც ვაკე, ისე უსწორმასწორო და დაბრკოლების მქონე ადგილების დასარგვით.

ა. ვაკე ადგილზე დასმული ორი სარის მიხედვით ხაზის გაგრძელება

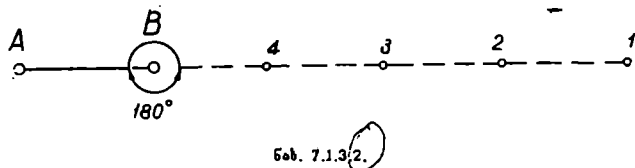
ამ შემთხვევაში დასარგვას აწარმოებს ერთი კაცი (დამსარგელი), იგი შორდება *B* სარს დაახლოებით 60—70 წყვილი ნაბიჯით (95—100 მეტრი) (ნახ. 1*) და თავის გვერდზე გადაწევით გადახედავს *B* სარს ისე, რომ იგი ფა-

რადეს A სარს მთელ შის სიმაღლეზე. ამით დამსარეული ადგენს AB გასწვრივობას, რომლის შესაბამის სიბრტყეში იგი ადგილზე აყენებს 1-ლ სარს, შემდეგ იხვეს უკან 5-6 ნაბიჯით და თავის მარჯვნივ-მარცხნივ გადახრით რწმუნდება იმაში, 1-ლი სარი ფარავს თუ არა A და B სარს, აგრეთვე იგი დაყენებულია თუ არა შვეულად (ნახ. 1^ა). თუ სამივე სარის გვერდები მოქცეულ



იქნა ერთ შვეულ სიბრტყეში, მიზანი მიღწეულია და თუ ეს პირობა არ აღმოჩნდა შესრულებული, 1 ლი სარის მდებარეობა უნდა შესწორდეს. იმავე წესით უნდა იქნეს დასმული 2, 3, მე-4, ... სარები. ასეთი მეთოდით ხაზის გაგრძელებას ეწოდება დასარვა თავისაკენ. ცხადია, ბინოკლის გამოყენებით დასმული სარები უფრო ზუსტად იქნება დაყენებული AB ს გასწვრივ.

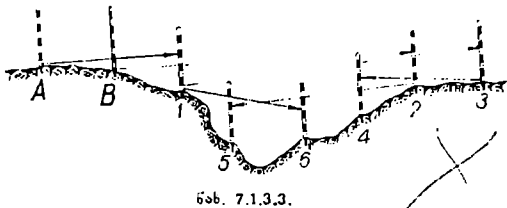
იგივე ამოცანა ამოიხსნება უფრო ზუსტად, სწრაფად თეოდოლიტის გამოყენებით, ხბოლოდ აქ საჭირო იქნება დამხიარე მუშა. ამისათვის თეოდოლიტს ვცენტრავთ B წერტილში (ნახ. 2), მომწესობაში მოგვყავს და



ჰოგარს ვუმზნებთ A სარს ძირში. წრედ-ალიდადას შემოვებრუნებთ 180° -ით ან ჰოგარს გადავიტანთ ზენიტზე და დამხმარე მუშას (თანაშემწეს) ვასობებთ 1, 2, 3, მე-4 სარებს ყოველ 60-70 წყვილ ნაბიჯზე დაშორებით. გასწვრივობაში სარების დასმას ვამოწმებთ ძაფთა ბადის შვეული ძაფის საშუალებით, რისთვისაც ჰოგარს ვამოძრავებთ მისი ბრუნვის ღერძის მიკრომეტრიულ ხრახხნის საშუალებით ვერტიკალურ სიბრტყეში სარის ძირიდან ბოლომდე. თუ საჭიროა 1, 2, 3, მე-4... სარების ნაცვლად შტატივების დადგმა (მაგალითად, ბაზისის გაზომვის დროს), პაშინ ჰოგარს ვუმზნებთ შტატივების თავის ცენტრებს. როგორც ვხედავთ, აქაც დასარვა წარმოებს თავისაკენ.

ბ. ხაზის ერთ მხარეზე დასვული ორი სარის მიხედვით ხაზის გაბრძანება მის მეორე მხარეზე

ამ შემთხვევაში სამუშაოს ასრულებს ერთი დამსარველი, რისთვისაც იგი ხან ერთ ფერდობზეა და ხან მეორეზე. მაგალითად (ნახ. 3), 1-ლ სარს ასობს *AB* გასწვრივ; მე-2 სარს 1-ლ და *B* სარის გასწვრივ; მე-3 სარს მე-2 და 1-ლის გასწვრივ; მე-4 სარს მე-2 და 3-ის გასწვრივ; მე-5-ს მე 4 და 2-ის გასწვრივ და მე-6 სარს მე-5 და 1-ლი სარის გასწვრივ. საერთოდ, ამგვარ შემთხვევაში სიზუსტის გადიდების მიზნით ყოველთვის სხივი უნდა გადიოდეს გამოყენებულ



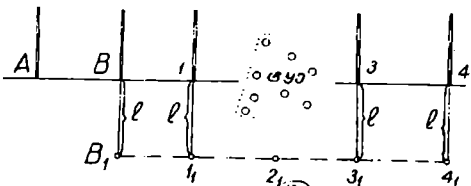
ნახ. 7.1.3.3.

ლი სარებიდან რაც შეიძლება ერთი სარის თავსა და მეორის ძირში. მაგალითად, მე-6 სარის დასმისათვის სხივი გადის მე-5 სარის თავზე და 1-ლი სარის ძირში.

ცხადია, თეოდოლიტით განხილადი ამოცანა უფრო ადვილად და ზუსტად ამოიხსნებოდა თანამუშევრთან ერთად. ამისათვის საკმარისი იყო *B* წერტილში თეოდოლიტის დაყენება და ცნობილი წესით თავისაკენ სარების დასმა (3, 2, 4, 6, 5, 1).

ც. ხაზის გაბრძანება მძირე დაბრკოლების გადალახვით

განხილად შემთხვევაში, სანამ შესაძლებლობა არის, ვაწარმოებთ დასარავს თავისკენ (ნახ. 4). ვთქვათ, *B* და *A* გასწვრივ დასმულ იქნა 1-ლი სარი, შემდეგ ეკერის ან სხვა საშუალებით ავღმართავთ მართობებს *B* და 1-ლ წერტილში, გადავზომავთ ორივე მართობზე *l* მანძილს, რომელიც სცილდება დაბრკოლებას და ვსვამთ ადგილზე *B₁* და *1₁* სარს; შემდეგ მათი საშუალებით დაისმება მე-2₁ მე-3₁ და მე-4₁ სარები.



ნახ. 7.1.3.4.

უკანასკნელი ორი სარიდან ავმართავთ ისევ მართობებს და გადავზომავთ ისევ *l* სიგრძეებს, ცხადია, დასმული მე-3 და მე-4 სარები იქნება *A*, *B* და 1-ლი სარის გასწვრივობაში.

ბ. ორ დასვულ სარს შორის ხაზის დასარება

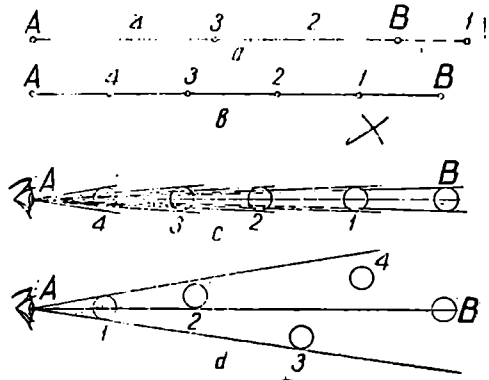
აქაც განიხილება როგორც ვაკე და უსწორმასწორო, ისე გარკვეული დაბრკოლების მქონე ადგილების დასარება.

ა. შაკი ალგილზი დასმულ ორ სარს შორის ხაზის დასარვა

ვთქვათ, დამსარველს არა ჰყავს დამხმარე მუშა და AB მანძილი არ არის დიდი. მაშინ თვით დამსარველი ცნობილი წესით გააგრძელებს ორივე მხრივ ან ერთ მხარეზე ხაზს.

ვთქვათ, 1-ლი სარი დავსვით B და A სარის საშუალებით (ნახ. 5^ა); შემდეგ B -თი და 1-ლი სარით დავსობთ მე-2 სარს, მერე მე-2 და B -ს საშუალებით — მე-3 სარს და ასე შემდგომ.

ახლა განვიხილოთ შემთხვევა, როცა გვყავს დამხმარე; AB ხაზი გრძელია და აგრეთვე შესაძლებელია ჩვენ დავდგეთ როგორც A , ისე B წერტილის ახლოს (ნახ. 5^ბ). დგომის წერტილად შევიჩრევთ A -ს ან B ისე, რომ



ნახ. 7.1.3.5.

მზის სხივები არ გვხვდებოდეს თვალეში. ვთქვათ, A წერტილში დგომისას B -სკენ მზერის დროს მზე ჩვენს უკან არის. B წერტილში ზუსტად შეეუღლად ჩავარკობთ სარს. შემდეგ ჩვენ ვლგებთ A წერტილში (სარი იქ არ არის დასმული) და დადამხმარე B სარიდან ჩვენსკენ 60—70 წყვილი ნაბიჯით გადმოვადგილებთ ხაზის გასწვრივობის პარალელურად სახით ჩვენსკენ, რომელსაც სარი მიისი მიმდინის ცენტრის ზე-

ვით ორი თითოთ. უკირავს გაწვდილ ხელში (სახსრულად). როცა 1-ლი სარი დაფარავს B სარს, ჩვენი ნიშნების შესაბამისად იგი უშვებს სარს ხელს, რომელიც თავისი სიმიძიით ჩაერკობა მიწაში ან დანიშნავს სარის დაყენების ადგილს, რომელზეც ის ასობს სარს. შემდეგ ჩვენ ცნობილი წესით ვამოწმებთ (ნახ. 1^ბ) 1-ლი სარი ზუსტად არის ხაზის გასწვრივობაში თუ არა. ჩვენი მიოთითებით დამხმარე ზემო აღწერილი წესით სეამს მე-2, 3, 4, და ასე შემდეგ სარებს. ბოლოს დაისმის ჩვენი დგომის წერტილში A სარი და თავის გადახრით შევამოწმებთ დასმული სარების AB -ს გასწვრივობაში დაყენების სისწორეს. როგორც ეხილავთ, აქაც დასარვას ვაწარმოებთ თავისაკენ (ჩვენსკენ) ანუ ხაზის შორეული ბოლოდან და არა ახლოდან (არა თავისიდან), რადგანაც პირველი თანამიმდევრობით უფრო ზუსტ შედეგს მივიღებთ, ვიდრე მეორეთი, რასაც ცხადყოფს (5^ა და 5^ბ) ნახაზები, რომლებშიც A წარმოადგენს დამსარველის თვალს, ხოლო B — ხაზის ბოლოში დასმულ სარს. თუ ვივლისხმებთ, რომ ორივე შემთხვევაში დასმული 1 ლი სარი არის სწორად, ვნახავთ, რომ თავისიდან დასარვის დროს (ნახ. 5^ა) 1-ლი სარიდან მზების სიბრტყეები, რომლებიც ვადის დამზერის თვალზე, მოიცავს უხილავი სივრცის მერ ნაწილს, ვიდრე თავისი სიკენ (5^ბ) დასარვის შემთხვევაში, რის გამო შემდეგი 2, 3, მე-4 ..., სარების დასმის ადგილები (5^ა ნახაზზე) გამოდის

არა საიმედო, ვიდრე 5° ნახაზზე. ცხადია, უფრო ცუდ მოვლენასთან გვეკნება საქმე, როცა 1-ლი სარი არ იქნება ზუსტად დასმული.

შეიძლება A სარი არ ამოგვეძრო მიწიდან, დაემდგარვიყავით მისგან 5-6 ნაბიჯის დაშორებით და ორივე A და B სარის გვერდების მხები შეეულის სიბრტყეებით გვეწარმოებია 1-ლი სარის დასმა, შემდეგ A და 1-ლი სარის გვერდების მხები სიბრტყით მე 2 სარი დაგვესვა და სხვა. პირველ შემთხვევაში დამატებითი სარის დასმისათვის ვიყენებთ როგორც AB ცენტრალურ შეუ-ულ სიბრტყეს, ისე 1-ლ და B სარის, მე-2 და 1-ლი სარის და ასე შემდეგ გვერდების მხებ ვერტიკალურ სიბრტყეებს, ასე რომ, საჭიროა მომავლისათ-



ნახ. 7.1.3.6.

ვის თვალზომითი ხაზების დასარგის დროს ზემოაღნიშნული მივიღოთ მხედ-ველობაში.

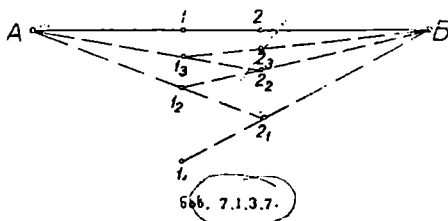
ბინოკლის გამოყენებით შეიძლება შედარებით გრძელი მონაკვეთის დასარგა მერტი სიზუსტით.

თეოდოლიტის გამოყენებით კი, რომელსაც დაეყენებთ A წერტილში და დასარგას ვაწარმოებთ თავისკენ (ნახ. 6), შივალწვეთ მერტი სიზუსტესა და სისწრაფეს,

ბ. ორ მიუდგომელ წერტილს შორის ხაზის დახატვა

არის შემთხვევები, როდესაც ორივე წერტილი მიუდგომელია (შენობის წიბო, კოშკი და სხვა) ან სიშორის გამო არ ვსაჭიროებთ აღნიშნულ წერტი-ლებზე დადგომას და საჭიროა მათ შორის შევასრულოთ დასარგა. ამ ამოცა-ნის ამოხსნისათვის საჭიროა ერთი დამხმარე.

დამსარგელი სარით ხელში დგება დაახლოებით A და B -ს გასწვრივობა-ში ისე, რომ ჩანდეს ერთ-ერთი წერტილი, ვთქვათ, B (ნახ. 7) და ასობს 1_1 სარს, აგზავნის დამხმარეს სარით 1_1 და B -ს მიმარ-თებას შორის და ასმევი-ნებს 2_1 სარს მათ გასწვრივ ისე, რომ 2_1 წერტილიდან ჩანდეს A წერტილი. შემ-დეგ დამხმარე თვით გადა-ადგილებს დამსარგელს თა-ვისი სარით 2_1 და A გას-წვრივობის 1_2 წერტილში



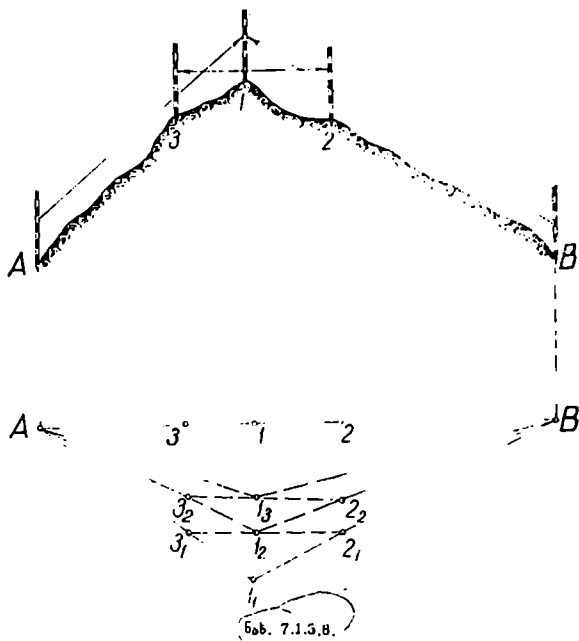
ნახ. 7.1.3.7.

ისე, რომ იქიდან ჩანდეს B წერტილი; მერე დამსარგელი გადაადგილებს დამხმარეს თავისი სარით 1_2 და B გასწვრივობის 2_2 წერტილში და ასე შემ-

დგომ. ეს მოქმედებები შეიძლება შესრულდეს შედარებით ჩქარა და ტლანქად (არაზუსტად), ხოლო, რაც უფრო უახლოვდებიან AB ხაზს ანუ, რაც უფრო მცირდება გადაადგილების მანძილები, საჭიროა მეტი სიფრთხილე და სიზუსტე. დიდი სიზუსტის მიღწევა შეიძლება, თუ ბოლო დროს დამსარველი გამოყენებს თავისი სარის ნაცვლად თეოდოლიტს. სამუშაო გრძელდება მანამ, სანამ არ მივალწევთ 1-ლი და მე-2 წერტილების ისეთ მდებარეობას, როცა 1-დან მე-2 ფარავდეს B -ს და მე 2 წერტილიდან 1-ლი ჰფარავდეს A ს. ამით მივალწევთ იმას, რომ 12B და 21A წარმოადგენს ისეთ წრფეებს, რომელთაც ექნებათ საერთო 12 ნაწილი, რაც იმას ნიშნავს, რომ 1-ლი და მე-2 წერტილები არის A და B წერტილების გასწვრივობაში.

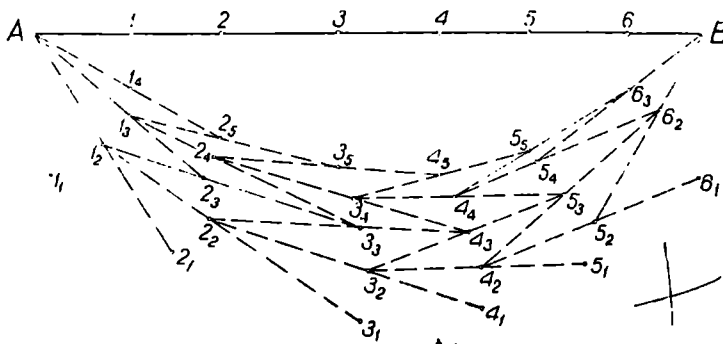
ე. ორ ურთიერთ უხილავ წერტილს შორის მაღლობის დასარკვა

განხილავთ ამოცანა ამოიხსნება ორი ან ერთი დამხმარის გამოყენებით. პირველ შემთხვევაში (ნახ. 8) დამსარველი დგება მწვერვალზე, დაახლოებით AB გასწვრივობის ახლოს ისე, რომ იგი ხედავდეს ორივე წერტილს



და ასობს სარს 1_1 წერტილში; ვხაენის მწვერვალის ახლოს დამხმარეებს 1_1B და 1_1A მიმართებით და ასმევიენებს სარებს 2_1 და 3_1 წერტილებში ისე, რომ ისინი ერთმანეთს ხედავდეს. დამხმარეები გადაადგილებენ დამსარველს სარით მათ გასწვრივობაში და ასმევიენებენ სარს 1_2 წერტილში. შემდეგ დამსარველი გადაადგილებს თავიანთი სარებით ორივე დამხმარეს 1_2B და 1_2A მიმართე-

ბით, რომლებსაც აყენებინებს სარებს 2₄ და 3₅ წერტილში და ასე შემდეგ. დამხმარეები ყოველთვის ურთიერთს უნდა ხედავდნენ. ისევე, როგორც წინა შემთხვევაში. პირველი მოქმედებები სრულდება სწრაფად და ტლანქად, ხოლო AB ხაზისადმი თიხლოებისას სჯობს თუ შესაძლებელია დამსარველმა სარის ნაცვლად გამოიყენოს თეოდოლიტი. აღწერილი წესით გაგრძელდება სამუშაო. დასარვა დამთავრებულად ითვლება, როცა 1-დან მე-2 ფარავს B ს



ნახ. 7.1.3.9.

და მე-3 კი A-ს; აგრეთვე, 2-დან 1-ლი ფარავს მე-3, ხოლო 3-დან 1-ლი მე-2-ს. მწვერვალზე სამი სარის დასმისა და შემოწმების შემდეგ ამოიღება მიწიდან აღნიშნული სარები და 1-ლ წერტილში თეოდოლიტით (ან თვალზომით) დამსარვლი დამხმარეების გამოყენებით აწარმოებს ფერდობების დასარვას თავისაკენ როგორც A, ისე B წერტილიდან.

მეორე შემთხვევას აქვს ადგილი, როცა ერთი დამხმარე გვეყვას და თეოდოლიტი არა გვაქვს, ამავე დროს განსაკუთრებული პირობების გამო საჭიროა ერთბაშად AB-ს გასწვრივ ოთხი, ხუთი, ექვსი და მეტი სარის დასმა. ვთქვათ, AB-ს გასწვრივ საჭიროა ერთბაშად ექვსი სარის დასმა (ნახ. 9).

ექვსივე სარი უნდა იყოს დასმული დაახლოებით AB-ს გასწვრივ ისე, რომ, გარდა პირველისა და უკანასკნელი (მეექვსე) სარისა, დანარჩენი ყოველი სარის დგომის წერტილიდან მოჩანდეს ორივე მხარეზე ორ-ორი, ხოლო პირველი და უკანასკნელი (მეექვსე) სარიდან აუცილებელია ერთ მხარეზე მოჩანდეს უახლოესი მოცემული და მეორე მხარეზე დასმული ორი სარი. ასე, მაგალითად, 1₁ წერტილში დასმული პირველი სარიდან: ერთ მხარეზე უნდა ჩანდეს A სარი და მეორე მხარეზე 2₁ და მე-3₁ სარი, მე-2₁ წერტილში დასმული მე-2 სარიდან ერთ მხარეზე 1₁ და A, ხოლო მეორეზე 3₁ და მე-4 სარი და ასე შემდეგ 6 სარამდე. რომლიდანაც ჩანს: ერთ მხარეზე B, მეორეზე 5₁ და მე 4₁ სარები.

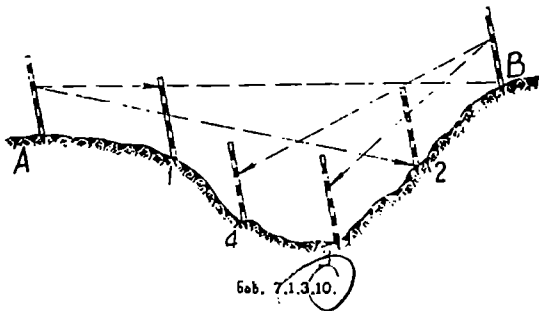
დასარვის ზოგადი წესი მდგომარეობს ყოველი შუალედი სარის გადაადგილებაში მისი მოსახლგრე სარების გასწვრივ; ასე, მაგალითად, დამსარველი დგას რა მე-2₁ წერტილში დასმულ სართან, 1₁ წერტილში დასმულ სარს გადაატანინებს დამხმარეს 2₁ A გასწვრივ 1₂ წერტილში; მერე თვით გადა-

დის მე-3₁ წერტილში და დამხმარეს მე-2₁ წერტილიდან გადაატანინებს სარს 3₁ 1₂ გასწვრივ 2₂ წერტილში; ანალოგიურად გადაიტანება სარი მე-3₁ წერტილიდან 4₁ 2₂-ის გასწვრივობის 3₂ წერტილში; მე-4₁ წერტილიდან 5₁ 3₂ გასწვრივობის 4₂ წერტილში; მე-5₁ წერტილიდან 6₁ 4₂ გასწვრივობის 5₂ წერტილში, მე-6₁ წერტილიდან B 5₂ გასწვრივობის 6₂ წერტილში, რითაც ადგილზე იქმნება თოკის A 1₂ 2₂ 3₂ 4₂ 5₂ 6₂ B მრავალკუთხედი. თუ დაეუკვერდებით, ვნახავთ დამსარველი ყოველთვის დგება შუალედი გასწვრივობის საწყის წერტილში. საჭიროა აღნიშნული თოკის მრავალკვერდი გადაეკეციოთ წრფედ. ამისათვის დამსარველი გადადის მე-6₂ წერტილში და დამხმარეს გადაატანინებს მე-5₂ წერტილიდან სარს 6₂ 4₂ გასწვრივობის მე-5₂ წერტილში; ანალოგიურად ხდება სარების გადაადგილება: მე-4₂ წერტილიდან 5₂ 3₂ გასწვრივობის მე-4₂ წერტილში; მე-3₂ წერტილიდან 4₂ 2₂ გასწვრივობის 3₂ წერტილში; მე-2₂ წერტილიდან 3₂ 1₂ გასწვრივობის მე-2₂ წერტილში. შემდეგ 1₂ წერტილიდან 2₂ A გასწვრივობის 1₂ წერტილში; მე-2₂ წერტილიდან 3₂ 1₂ გასწვრივობის მე-2₂ წერტილში; მე-3₂ წერტილის 4₂ 2₂ გასწვრივობის მე-3₂ წერტილში. ანალოგიური გზით დაისმება სარები მე-4₂, 5₂, მე-6₂, ..., წერტილებში. როგორც ვხედავთ, თოკის მრავალკვერდი თანდათან უახლოვდება AB ხაზს და ყველა სარი იქნება AB-ს გასწვრივ, თუ ნებისმიერი შუალედი სარიდან მზერით მის გვერდზე დასმული სარი დაფარავს ამ უკანასკნელის შემდგომ სარს.

სიზუსტის გაზრდისა და მუშაობის ნაყოფიერად შესრულების მიზნით საჭიროა გამოვიყენოთ სარების რაც შეიძლება მცირე რაოდენობა.

d. ხომლის ორივე მხარეზე დასმულ სარებს შორის ხაზის დახარვა

ამ შენახვევაში საჭიროა ერთი დამხმარე. დამსარველს უხდება ხეობის ორივე მხარეს თანამიმდევრობით დგომა. იგი A წერტილში დგომით დამხმა-



რეს დაასობინებს 1-ლ და მე-2 სარებს, ხოლო B წერტილში დგომით კი მე-3 და მე-4 სარებს (ნახ. 10). ცხადია, ამგვარი ან ანალოგიური ამოცანების ამოხსნისათვის საუკეთესო ღონისძიებაა თეოდოლიტის გამოყენება. საერთოდ საჭიროა დამატებითი წერტილის ისე შერჩევა, რომ ამ წერტილზე გამავალი 'ხევი' გადიოდეს გამოყენებული სარებიდან ერთის ძირში და მეორეს ბოლო-

ზი. თუ რელიეფი შედარებით მშვიდია, დასარგა: სრულდება თავისაკენ (ნახ. 11).

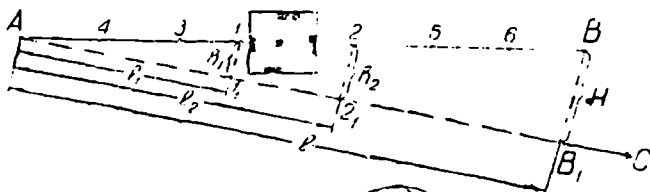


ნახ. 7.1.3.11.

ე. ხაზის დასარგა, როცა მოცემულ წერტილებს შორის დაბაკოლებაა

ვთქვათ, მოცემულ A და B წერტილს შორის არის ნაგებობა და საკი-როა ამ ნაგებობის ორივე მხარეზე AB -ს გასწვრივ ღობის გავლება, რისთვისაც უნდა შესრულდეს დასარგა (ნახ. 12).

ვატარებთ AC ხაზს ისე, რომ იგი სცდებოდეს აღნიშნულ ნაგებობას. B წერტილიდან დაეუშვებთ მართობს AC ხაზის მიმართ. ვთქვათ, მივიღეთ B_1



ნახ. 7.1.3.12.

წერტილი. აგრეთვე AC დამხმარე ხაზისადმი 1_1 და მე-2 წერტილებიდან აღმართავე მართობს და შესაბამისად გადავზომავთ

$$h_1 = \frac{H}{l} \cdot l_1 \quad \text{და} \quad h_2 = \frac{H}{l} \cdot l_2 \quad (7.1.3.1)$$

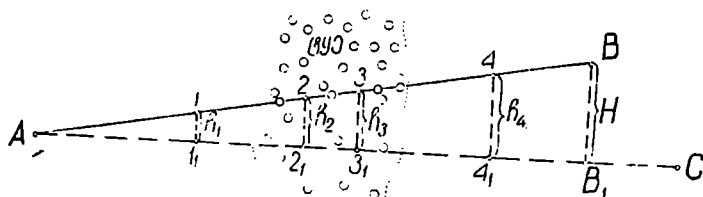
მანძილებს, რომელთა შესაბამისი წერტილები იქნება 1-ლი და მე-2, ხოლო H , l , l_1 და l_2 მანძილები არის ადგილზე უშუალოდ განზომები. მე-3, 4, 5, მე-6 სარები კი დასმულია უკვე ცნობილი ხერხით.

ფ. ხაზის დასარგა ტყეში

აქ განიხილება სხვადასხვა შემთხვევა:

პირველი შემთხვევა. ვთქვათ, მოზრდილ ტყეში საკიროა გავიყვანოთ A და B ურთიერთ უხილავ წერტილებს შორის სწორკაფული (ნახ. 13). დამსარველი ღამით დადგება A წერტილში და დამხმარეს დაანთებინებს B წერტილთან კოცონს და ხელში დაკერილი ფარნის დახმარებით დამსარველი

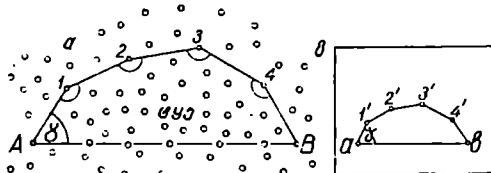
აყენებს სარს 1, წერტილში, ხოლო მეორე დღეს დასარავს AC ხაზს (მხოლოდ ხეების ტოტებისა და მცირე ზომის ხეების გაკაფვით). შემდეგ B წერტილიდან დაუშვებენ $BB_1=H$ მართობს, H , AB_1 სიგრძისა და A წერტილიდან AC ხაზისადმი აღმართული 1, 2, 3, 4, წერტილებამდე უშუალოდ გაზომილი სიგრძეებით (1) ტოლობების შესაბამისად განისაზღვრება $h_1, h_2,$



ნახ. 7.1.3.13.

h_3 და h_4 . დასარვის დამთავრების შემდეგ გაკაფეთ სწორკაფული $A 1 2 3 4 B$ მიმართებით.

მეორე შემთხვევა. იმ შემთხვევაში, როცა ტყის ფართობი იმდენად დიდია, რომ ორი სწორკაფულის გარდა მოითხოვს ტყის დიდ გაჩეხვასა და დიდი ღრობის დახარჯვას, ირჩევენ ტყეში $A 1 2 3 4 B$ ტეხილს (ნახ. 14^ა), რომელიც მიჰყვება ტყის ბილიკებს ან მეჩხერ ადგილებს, და ზომავენ მის ყველა გვერდებსა და კუთხეებს ორ-ორჯერ; ამ მონაცემებით მასშტაბით გამოხაზავენ $a 1' 2' 3' 4' b$ ტეხილს (ნახ. 14^ბ), რომლის a და b წერტილებს შეაერთებენ წრფით და ტრანსპორტირით ზომავენ $1' ab = \gamma$ კუთხეს. შემდეგ



ნახ. 7.1.3.14.

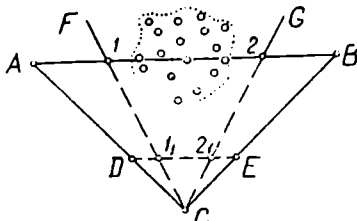
A წერტილში აყენებენ კუთხისაზომ იარაღს და $A 1$ გვერდის მიმართ γ კუთხით მიმართავენ კოჯრს, რომლის გასწვრივ გაიჩეხება სწორკაფული.

შესამე შემთხვევა. ვთქვათ, საჭიროა დასარვა მცირე ზომის ტყის სკვერის ან შენობის (ნახ. 15) ორ მხარეზე დასმულ ურთიერთ უხილავ A და B წერტილებს შორის. ამისათვის დაბრკოლების ცოტა მოშორებით ავირჩიევთ C წერტილს, საიდანაც უნდა ჩანდეს A და B წერტილები. გავზომავეთ AC და BC მანძილებს და მათზე C წერტილიდან მოვზომავეთ, შესაბამისად, ამ მანძილების $1:n$, ვთქვათ, $1:3$ ნაწილს და დავასობთ სარებს D და E წერტილებში. მაგალითად, (15) ნახაზის მიხედვით $CD = \frac{AC}{3}$, ხოლო $CE = \frac{BC}{3}$.

ამის შემდეგ დაბრკოლების ორივე მხარეს ახლო დასარავენ CE და CG ხაზებს, რომელთაც 1_1 და მე-2₂ წერტილებში გადაკვეთს DE ხაზი; ბოლოს, CF ხაზზე გადაიზომება $3 \times C1_1 = C1$ და CG -ზე კი $3 \times C2_2 = C2$. ცხადია, 1-ლი და მე-2 წერტილები იქნება AB -ს გასწვრივ.

შენიშვნა. 1. ხშირია შემთხვევა, როცა საჭიროა გარკვეული დროით დაცულ იქნეს დასარული გრძელი ხაზები. ამ შემთხვევაში იმობრობილი სარების მაგივრად ასობენ წინასწარ დამზადებულ მოკლე 1—1,2 მ ჩვეულებრივ სარებს.

2. მოკირწყლულ ადგილებში და ქვაფენილებზე, როცა მუშახელის ნაკლოვანება გვაქვს ან ტრანსპორტის მოძრაობა ხელს გვიშლის, საჭიროებისამებრ ხაზის წერტილების დანიშნისათვის გამოიყენება ფოლადის ჩხირები, ომბოხები, ლურსმნები, ცარცი, ფანქარი, საღებავი და სხვა. ამავე დროს იყენებენ თეოდოლიტს, მხოლოდ ამ დროს მეორე ილეთის შესრულება საჭირო არ არის და წერტილები დაისმება შედარებით ახლო-ახლო, რაც ხაზის გაზომვას აადვილებს. როცა მუშახელი საკმარისია და ამავე დროს ტრანსპორტის მოძრაობა ხელს არ გვიშლის, თეოდოლიტის დახმარებით ხაზი შუალედი წერტილების დანიშნის გარეშე იზომება.



ნახ. 7.1.3.15.

თ ა ვ ი 11

მანძილების უშუალოდ საზომი ინსტრუმენტები და ხელსაწყოები. მათი გამოყენება

ცნობილია, რომ გეოდეზიური სამუშაოების შესრულების დროს მანძილებს ზომავენ პირდაპირი (შეჯანიკური) ან არაპირდაპირი (ანალიზური და ინსტრუმენტული) ხერხით.

პრაქტიკის მოთხოვნის შესაბამისად ზემოხსენებული გაზომვები სრულდება: უმარტივესი ინსტრუმენტებითა და ხერხით; საშუალო სიზუსტის პირდაპირი ხერხით; მაღალი სიზუსტის პირდაპირი ხერხით; გეომეტრიული და ფიზიკური მანძილზომების საშუალებით.

უმარტივესი ხერხით მანძილების გასაზომად იყენებენ: დროის აღრიცხვას; თვალზომვას; ადამიანის ბიჯს; საზომ ბორბალს; სამიწათმზომელო ფარგალს და სხვა.

საშუალო სიზუსტის პირდაპირი ხერხით მანძილების გასაზომი იარაღებია საზომი კვერთხები, საზომი ბაფთა და რულეტი.

მაღალი სიზუსტით პირდაპირი ხერხით მანძილებს ზომავენ ინვარული (იდეონ გილიომის) მავთულებით და აღწევენ $1 \cdot 10^{-4}$ და მეტ სი-

ზუსტეს. ამ ხერხით მანძილების გაზომვას სჭირდება დიდი დრო და აგრეთვე გაუვალ ადგილებში მისი გამოყენება შეუძლებელია.

გეომეტრიული და ფიზიკური მანძილმზომებით მანძილების გაზომვები სრულდება ნებისმიერი სახის რელიეფის პირობებში. გეომეტრიულ მანძილმზომებს წარმოადგენს ძაფებიანი და ოპტიკური მანძილმზომები (პარალაქსური მანძილმზომებითურთ), რომელთა თეორია და პრაქტიკა დაფუძნებულია გეომეტრიული ოპტიკის კანონებზე.

ეს მეთოდი მექანიკური ხერხით მანძილების გაზომვაზე სწრაფია, მხოლოდ გამოიყენება შედარებით მოკლე (ერთ კილომეტრამდე) მანძილების გასაზომად და აგრეთვე ხასიათდება მცირე $2 \cdot 10^{-4}$ სიზუსტით.

ფიზიკურ მანძილმზომებში იყენებენ სინათლის ინტერფერენციას, ბგერითი რხევების გავრცელების ტალღებს და ელექტრომაგნიტურ ენერგიას, ე. წ. სიგნალების სახით. ბგერით მანძილმზომს მცირე სიზუსტის გამო გეოდეზიაში არ იყენებენ. რაც შეეხება სინათლის ინტერფერენციას, ანუ სინათლის განათებულობის გაძლიერების და შესუსტების მოვლენას, გეოდეზიაში შეზღუდულად გამოიყენება. აქ სინათლის მიღებული გამოსხივების ტალღების სიგრძეებში იზომება მცირე ზომის ეტალონი, რომელსაც ე. წ. ოპტიკური გადამრავლების გზით თანამიმდევრობით აღარაბუნებ გრძელ მანძილებს. სინათლის ინტერფერენციის მეთოდით გეოდეზიაში ხდება ინვარული მავთულების კომპარირება და საკონტროლო ბაზისების გაზომვა. მისი სიზუსტე აღწევს $1 \cdot 10^{-7}$, მაგრამ ამ მეთოდით ჯერჯერობით ვერ ხერხდება 900 მეტრზე მეტი მანძილების გაზომვა, აგრეთვე გაზომვაზე იხარჯება დიდი დრო; ფიზიკურ მანძილმზომებში, იყენებენ რა ელექტრომაგნიტურ ენერგიას, აწარმოებენ იმ დროის გაზომვას, რაც სჭირდება ამ ენერგიას (სიგნალს) გაიაროს გაორკეცებული გასაზომი მანძილი; ამავე დროს, თუ ამ ენერგიის სიჩქარე ცნობილი იქნა, გასაზომი მანძილები მარტივად დამოკიდებულეებით ისაზღვრება.

ფიზიკური მანძილმზომები ამჟამად წარმოიდგინება: ელექტროოპტიკური ანუ სინათლის მანძილმზომების, გეოდეზიური რადიომანძილმზომებისა და რადიოგეოდეზიური სისტემების სახით.

ელექტროოპტიკური, ანუ სინათლის, მანძილმზომებში ელექტრომაგნიტურ ენერგიას (სიგნალს) წარმოადგენს ელექტროოპტიკური ტალღების ნაკადი, რომელსაც იღებენ მოძრავი ელექტროსადგურებისაგან.

გეოდეზიური რადიომანძილმზომების ელექტრომაგნიტურ ენერგიას (სიგნალს) წარმოადგენს რადიოტალღები, რომელთაც იღებენ აქუმულატორების საშუალებით.

რადიოგეოდეზიური სისტემები იქმნება ზემოხსენებული ფიზიკური მანძილმზომების საფუძველზე. ამისათვის რამდენიმე პუნქტზე აწყობენ სიგნალების გადამცემ და მიმღებ დანადგარებს, რაც საშუალებას იძლევა თანადროულად განისაზღვროს აღნიშნულ პუნქტებს შორის მანძილები; აგრეთვე იგი გამოიყენება აერო ფოტოთვითმფრინავისა და დედამიწის ხელოვნური თანამგზავრის მდებარეობის დასადგენად და სხვა.

ფიზიკური მანძილშომების თეორია და პრაქტიკა ემყარება ფიზიკური ოპტიკის, ელექტროტექნიკის, ელექტრონიკისა და რადიოტექნიკის ძირითადი ცნებების სრულყოფილად გამოყენებას, რაც მოითხოვს საგანგებო კურსის შედგენას. ამ შრომაში მათ არ განვიხილავთ.

7.2.1. უმარტივესი ხერხით მანძილების გაზომვა

მანძილების მიახლოებითი (ტლანქად) განსაზღვრისათვის იყენებენ: 1. დროის აღრიცხვას; 2. თვალზომას; 3. ადამიანის ბიჯს; 4. საზომ ბორბალს და 5. სამიწათშომელო ფარგალს.

1. დროის აღრიცხვით (არაპირდაპირი ხერხი) მანძილების განსაზღვრისათვის ადგენენ, გარკვეული რელიეფის სახეობების შესაბამისად, გადაადგილების გარკვეული საშუალების (მანქანა, ცხენი, ადამიანი და სხვა) სიჩქარეს. შემდეგ მასზე ამრავლებენ მანძილის გავლისათვის დახარჯულ დროს. მაგალითად, დადგენილია, რომ მოზრდილი კაცის სიჩქარე ვაკე ადგილზე უდრის 5—6 კმ საათში. მაშასადამე, ადამიანს თუ მანძილის გავლისათვის დასჭირდა 2,5 საათი, უნდა ვიკულისხმოთ, რომ მის მიერ გავლილი მანძილია $5,5 \times 2,5 \approx 14$ კმ.

2. თვალზომა ეწოდება ადამიანის უნარს განსაზღვროს მანძილი თვალებიდან საგნამდე ინსტრუმენტის გამოყენების გარეშე (იგი ხაზების პირდაპირი ხერხით გაზომვას უფრო უახლოვდება).

აქ დიდ გავლენას ახდენს დამკვირვებლის ჩვევა — დიდი ვარჯიშის შედეგად შეაფასოს ერთი და იმავე საგნამდე მანძილი ნებისმიერი ხასიათის რელიეფის სხვადასხვა მანძილზე სხვადასხვაგვარ ამინდში. სხვადასხვა დამკვირვებელთა მრავალწლიანი ვარჯიშის შემდეგ შედგენილი (1) ცხრილი გვიჩვენებს ზღვრულ მანძილებს, რომლებზეც შეიძლება შეუიარაღებელი თვალით ვიხილოთ ადგილობრივი საგნები ან მათი ელემენტები.

ცხრილი 7.2.1.1

№№	დასაშვარი საგნები	ზღვრული მანძილები, რომელთა ფარგლებში იხილება საგნები
1	დიდოშებებიანი სამრეკლოები	20 კილომეტრამდე
2	სოფლები და ხის დიდი სახლები	8 "
3	ცალკეული სახლები	5 "
4	სახლების ფანჯრები	4 "
5	სახურავებზე სიკვამური შილები	3 "
6	ცალკეული ადამიანები	2 "
7	ცალკეული სვეტები	1 "
8	ფანჯრის ჩარჩოს ალიათა	250 მეტრამდე
9	ტანსაცმლის ფერები, ელემენტები	130
10	სახურავებზე კრამიტი და ფიცრები	100
11	ფოლაქები	85
12	ადამიანის სახეები	80
13	ადამიანის სახის გამომეტყველება	50
14	ადამიანის თვალები	30
15	თვალის თეთრი გარსი	10

დამზერის კუთხე წით უფრო მცირდება, რაც შორს იქნება დამკვირვებ-
ლიდან ერთი და იგივე საგანი. მაგრამ დამკვირვებელთა ვარჯიში უნდა ხდებ-
ოდეს არა მარტო სხვადასხვა მანძილზე დაშორებული ერთი და იმავე საგ-
ნის შესაბამისად. საჭიროა კიდევ სხვა მრავალი დამატებითი ხელისშემშლე-
ლი პირობების მხედველობაში მიღება, მაგალითად:

ა. გაბრწყინებული (განათებული) საგანი თვალს ეჩვენება უფრო ახლოს,
ვიდრე ჩრდილში მყოფი;

ბ. თეთრი, ყვითელი, წითელი საგნები თვალს ეჩვენება უფრო ახლოს,
ვიდრე შავი, ლურჯი, მიხაკისფერი იგივე საგნები;

გ. რაც უფრო მკვეთრად არის განსხვავებული საგნების ფერი გარემოს
ფერისაგან, მით ახლო ეჩვენება იგი თვალს;

დ. დიდი ნაგებობები, ხეების ან ადამიანების ჯგუფი თვალს ეჩვენება
უფრო ახლოს, ვიდრე ცალკე სახლი, ადამიანი ან ხე;

ე. ვაკეში მდებარე საგანი უფრო ახლოს მოჩანს, ვიდრე მალლობზე მდებ-
არე; აგრეთვე ქვემოდან ზევით ცქერის დროს საგანი უფრო ახლოს ეჩვენე-
ბა თვალს, ვიდრე ზემოდან ქვემოთ ცქერის დროს.

თუ ხანგრძლივი ვარჯიშის დროს მხედველობაში მივიღებთ ზემოთ ჩა-
მოთვლილ ფაქტებს, შევეჩვიეთ სხვადასხვა მანძილსა და გარემო პირობებში
მდებარე საგნებამდე ცნობილი მანძილების თვალზომით შეფასებას.

თვალზომით მანძილების სიზუსტე ძირითადად დამოკიდებულია გასაზო-
მი მანძილების ოდენობასა და ჰაერის გამჭვირვალობაზე. მაგალითად, დადგე-
ნილია, რომ, როცა გასაზომი მანძილი $L=1$ კმ და მეტს, გაზომვის შეცდომა
აღწევს $0,5L$, ხოლო მცირე მანძილებზე შეცდომა გაცილებით ნაკლებია და
გამოცდილი დამკვირვებლისათვის არ აღემატება $0,1L$, რის გამო თვალზო-
მით მოკლე მანძილების განსაზღვრას მიმართავენ წვირილმასშტაბიანი ($1:25000$;
 $1:50000$) ზუსტი ავეგმეების დროსაც.

როგორც ცნობილია, $1:25000$ მასშტაბის ზღვრული შეცდომაა $2,5$ მეტ-
რი, ამავე დროს თვალზომის დასაშვები შეცდომაა $0,1L$, ე. ი. აღნიშნულ
მასშტაბში გეგმის შედგენის დროს წვლილადებამდე დასაშვები L მანძილი
გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$0,1L=2,5 \text{ მ}, \quad (7.2.1.1)$$

საიდანაც $L=25$ მ.

მაშასადამე, $1:50000$; $1:100000$ მასშტაბებისათვის თვალზომით წვლი-
ლადებამდე განსაზღვრელი დასაშვები მანძილები, შესაბამისად, იქნება 50 მ,
 100 მ.

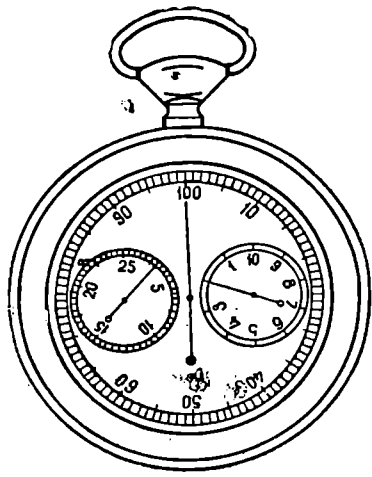
გამოცდილი დამკვირვებელი პრაქტიკაში ზოგ წვლილადს იღებს თვალ-
ზომით $1:2000$, $1:5000$, $1:10000$ მასშტაბებში ავეგმების დროსაც, ე. ი.
დასაშვები მანძილები, შესაბამისად, იქნება 2 ; 5 და 10 მეტრი.

3. ა დ ა მ ი ა ნ ი ს ბ ი ჯ ი თ (პირდაპირი ხერხი) ხაზების გაზომვისათ-
ვის საჭიროა დაჯავალთ ბიჯების რაოდენობა ხაზის საწყისი წერტილიდან
მის ბოლო წერტილამდე. ბიჯი წარმოადგენს ბუნებრივ საზომს, რადგანაც
ყოველი ახალი ბიჯის საწყისია წინა ბიჯის ბოლო. ეს უკანასკნელი კი საშუა-
ლებას გვაძლევს ხაზების სიგრძეები გამოვსახოთ არა ბიჯებში, არამედ მეტ-
რებში, რისთვისაც საჭირო იქნება ბიჯის სიგრძე, გამოსახული მეტრებში, გა-
ვამრავლოთ ხაზის შესაბამისი ბიჯების რაოდენობაზე. ამიტომ ყოველი ავეგმ.

მაგი სხვადასხვა სახის რელიეფის შესაბამისად არკვევს თავისი ბიჯის საშუალო სიგრძეს, რისთვისაც ადგილზე მოზომავს 200. ა00 და მეტრ მეტრ მანძილებს. მოზომილ ხაზს გაივლიან რამდენიმეჯერ და ითვლიან დათვლილი ნაბიჯების საშუალო არითმეტიკულს, ბოლოს ხაზის ცნობილი სიგრძის ბიჯების საშუალო არითმეტიკულზე გაყოფით გამოთვლიან ბიჯის საშუალო სიგრძეს. საშუალო ტანისა და ხნოვანების ადამიანისათვის ბიჯი გაზომის 0.80 მეტრი. საერთოდ კი იო რ დანის დაკვირვებებით დადგენილია, რომ თავისუფლად მოსიარულე ადამიანის ბიჯი ტოლია თვალემაძღვე მისი სიმაღლის ნახევრისა.

ერთი და იმავე ადამიანის ბიჯის ოდენობა რელიეფისა და დახრილობის მიხედვით სხვადასხვაა. ამიტომ საჭიროა ყოველი მოზომავის ბიჯის სიგრძე დადგინდეს მრავალი გაზომვების შესაბამისად.

ხაზის გაზომვა წარმოებს ცალკეული, წყვილებული ან საკეული ნაბიჯის თვლით. საერთოდ, სვლა იწყება ნარცხენა ფეხის გადადგმით. წყვილებული ნაბიჯებით ზომვის დროს თვლას აწარმოებენ მარჯვენა ფეხის ყოველ გადადგმაზე. მაშასადამე, გავლილი ხაზის შესაბამისი რიცხვი იქნება გამოსახველი წყვილი ნაბიჯების რაოდენობისა. სამეული ნაბიჯებით თვლა წარმოებს ერთი-ერთი-ერთი, ორი-ორი-ორი, სამი-სამი სამი და ასე შემდეგ. მაშასადამე, მიღებული რიცხვი გამოსახავს სამეული ნაბიჯების რაოდენობას. კარგი დახელოვნების შედეგად მოზომავი ეჩვევა ბიჯების დათვლას იმდენად, რომ თვლას აწარმოებს აზრობრივად (გონებაში) თითქმის მექანიკურად და ამავე დროს შეუცდომლად.



ნახ. 7.2.1.1.

გრძელი მანძილების გაზომვის დროს იყენებენ პედომეტრს ანუ ბიჯმთვლელს, რომელიც წააგავს ჯიბის საათს (ნახ. 1). მასზე დაშტრიხულია (დაკვესილია) სამი ციფერბლატი ცენტრში მბრუნავი ისრებით, რომლებიც გვიჩვენებენ გავლილ ერთეულს, ასეულ და ათასეულ ბიჯებს.

მოზომავმა პედომეტრი შეეუღლა უნდა ჩამოიკიფოს ტანსაცმლის ღილზე და თანაბარი ნაბიჯით გაიაროს გასაზომი ხაზი. ფეხის ყოველ გადადგმას შეესაბამება დიდი ისრის ერთი დანაყოფით გადაადგილება.

ეთქვათ, 500 მეტრი სიგრძის სასოფლო გზა გავლილ იქნა ოთხჯერ წყვილი ნაბიჯებით და შესაბამისად წყვილი ნაბიჯების რაოდენობა მივიღეთ

$$332, 334, 330, 336. \text{ წყვილი ნაბიჯების საშუალო იქნება } \frac{332 + 334 + 330 + 336}{4} = 333, \text{ ხოლო ყოველი წყვილი ნაბიჯის სიგრძე } 500 : 333 \approx 1,5 \text{ მ. მაშასადამე,}$$

ანალოგიური რელიეფის შესაბამისი ნებისმიერი ხაზის სიგრძე იქნება გავლი-
 ლი წყვილი ნაბიჯების რაოდენობის გამომსახველი რიცხვისა და მიღებული
 კოეფიციენტის (1,50 მ) ნამრავლი.

თვალზომით გეგმის შედგენის დროს არითმეტიკული მოქმედებები რომ
 ავიშროთ, სჯობს შევადგინოთ ბიჯის ხაზოვანი მასშტაბი.

ეთქვათ, აგეგმა ხდება 1 : 5000 მასშტაბში და გვინდა მარტივი ხაზოვა-
 ნი მასშტაბის ფუძე იყოს 100 წყვილი ნაბიჯი, ანუ $1,50 \times 100 = 150$ მეტრი.



ნახ. 7.2.1.2.

მაშასადამე, ნანშტაბის ფუძე მოცემული რიცხვითი მასშტაბისათვის იქნება
 3 სანტიმეტრი (ნახ. 2).

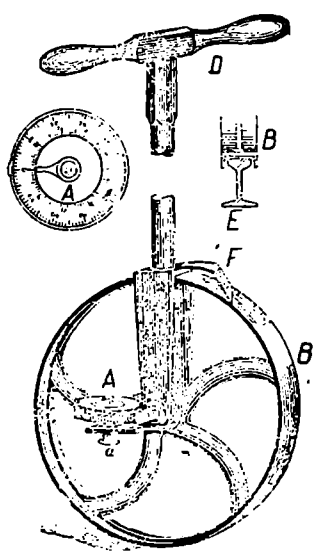
ბიჯებით ხაზის გაზომვის სიზუსტე დამოკიდებულია ადგილობრივ პი-
 რობებსა და მზომელის გამოცდილებაზე. ემპირიულად დადგენილია, რომ
 შეტდომა გაზომილი ხაზისა აღწევს 0,02L. მაშასადამე, 500 მეტრი სიგრძის

ხაზის გაზომვისას შეტდომას უნდა ვე-
 ლოდეთ $0,02 \times 500 = 10$ მეტრს. გეგმის
 მოცემული მასშტაბებისათვის გამოით-
 ვლება ზღვრული დასაშვები მანძილები
 (1) ფორმულით, რომელთა გაზომვა
 შეიძლება ბიჯით. მაგალითად, 1 : 2000
 მასშტაბისათვის (1) ფორმულით:

$$0,02L = 0,2 \text{ მ, ე. ი. } L = 10 \text{ მეტრს.}$$

მაშასადამე, იმავე ფორმულით ბიჯით
 გასაზომი L დასაშვები მანძილები
 1 : 5000, 1 : 10000, 1 : 25000, 1 : 50000
 მასშტაბებისათვის, შესაბამისად, იქნე-
 ბა: 25, 50, 125, 250 მეტრი.

4. საზომი ბორბლით (ნახ. 3)
 უმთავრესად საკონტროლოდ იზო-
 მება აგებული გზების (საავტომობილო,
 რკინის და სხვა) მანძილები, მრუდეები
 და სხვა. ბორბლის საველი რგოლის
 სიგრძეა ერთი მეტრი. მისი ბრუნვის
 ღერძთან დამაგრებულია A ციფერ-
 ბლათი, რომელზეც ისრით აღინიშნება
 ღერძის სრული მობრუნებათა და თი-
 თოეული მობრუნების ნაწილები. - a



ნახ. 7.2.1.3.

ხრახნილის საშუალებით ისარი შეიძლება დაყენებულ იქნეს ნულზე. D სახე-
 ლურის შემწეობით ბორბალს აგორებენ გასაზომ ხაზზე; F მინარტის დანიშ-
 ნულებაა ბორბლის გასუფთავება ტალახისაგან; რკინიგზის E რელსიდან ბორ-
 ბალი რომ არ გადაშოვარდეს, B ბორბალს ორივე მხრივ აქვს ნაწიბური. ქვა-

ფენილზე და გზატკეცილზე იგი იძლევა 1:500, ხოლო რკინიგზის რელსებზე 1:1000 სიზუსტეს.

5. სამიწათმზომელო ფარგალი შედგება ორი ლარტყისაგან, რომლებიც ერთი თავით შეერთებულები არიან და ქვემოთ აქვთ მიჭედებული განბრჯენი ისე, რომ მათ მეორე ბოლოებს შორის მანძილი იყოს 2 მეტრი. ფარგალს უმთავრესად იყენებენ სოფლის მეურნეობის სავარგულთა გამოყოფა-გაზომვებისა და სადრენაჟო მიწათხრილების დაკვალვის დროს. განხილად შემთხვევაში შეიძლება მიღწეულ იქნეს 1:1000 სიზუსტე.

7.2.2. საშუალო სიზუსტის პირდაპირი (მეძანიკური)

X

ხმარით საზომის გასაზომი ინსტრუმენტები და ხელსაწყოები

განხილადი ხერხით მანძილების გასაზომად გამოიყენება: საზომი კვერთხები, საზომი ბათთა და საზომი რულეტი.

1. საზომი კვერთხები

კვერთხები წარმოადგენს ბოლო კიდურ ხისტ საზომ ინსტრუმენტებს. ხაზის გასაზომად საჭიროა ორი კვერთხი. კვერთხებს ამზადებენ კარგად გამოშრალი უკორძო ფიქვის ხისაგან, სიგრძით 3—5 მეტრი. 5-მეტრიანს ამზადებენ შუაში სიგანით 5 სანტიმეტრამდე, ბოლოებში კი 3 სანტიმეტრამდე, ხოლო 3-მეტრიანს—შუაში სიგანით 4 სანტიმეტრამდე და ბოლოში 2 სანტიმეტრიანს. ადგილზე გორაკების ასაცილებლად მათი კვეთილობა უნდა იყოს ოვალური. კვერთხების ბოლოები მოჭედებულია დაახლოებით 0,5 მეტრის სიგრძის ბლაგვი ან მახვილი ურთიერთ 90°-ით შებრუნებული ფოლადის ბუნი-



ნახ. 7.2.2.1.

კით (ნახ. 1). სინესტისაგან დასაცავად კვერთხებს ღებავენ ზეთის საღებავით: ერთ კვერთხს ყოველ მეტრზე შენაცვლებით შავი და თეთრით, ხოლო მეორეს—წითელი და თეთრი ფერით; ყოველი მეტრი დაყოფილია დეციმეტრებად, ხოლო სანტიმეტრები ფასდება თვალზომით ან ზუსტი სახაზავით.

როგორც ცნობილია, ხის ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი ($3 \cdot 10^{-5}$ — $3 \cdot 10^{-3}$) არ არის დიდი და ტემპერატურის ცვლილებადობა კვერთხებზე დიდ გავლენას არ ახდენს, მაგრამ მათ სიგრძეზე გავლენას ახდენს სინესტე, რასაც უნდა ვერიდოთ. ნორმების მიხედვით კვერთხების ნორმალური სიგრძიდან გადახრა დასაშვებია: 5 მეტრიანი კვერთხებისათვის ± 30 მმ — 1,5 მმ-მდე, ხოლო 3 მეტრიანისათვის $\pm 1,8$ მმ — 0,9 მილიმეტრამდე.

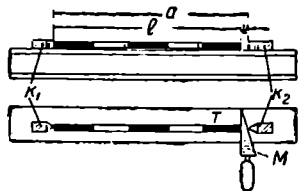
X

« საზომი კვერთხების კომპარირება »

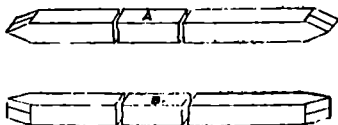
ხაზების ზუსტი განზომების მიღებისათვის საჭიროა საზომი ხელსაწყოების სისტემატურად იქნეს შემოწმებული ანუ შედარებული საკონტროლო სიგრძეებთან, ან მეტრული ეტალონის ღეროებთან, რითაც გარკვეულ ტემპერა-

ტურაზე დადგინდება საზომთა-ფაქტიურ სიგრძესა და ნომინალურს (ქარხნის მიერ ნაგულისხმები და წაწერილი სიგრძე) შორის დამოკიდებულება. აღნიშნული ოპერაცია ახუ საზომის ეტალონირება სრულდება საგანგებო ხელსაწყოზე, რომელსაც კომპარატორი ეწოდება,

საზომი კვერთხებისათვის კომპარატორი წარმოადგენს ხის ან ფოლადის ორტესებრ (T) ძელს (ნახ. 2). მასზე დამაგრებული ფოლადის მახვილი ორი K_1



ნახ. 7.2.2.2.



ნახ. 7.2.2.3.

და K_2 სოლისებრი მისაბრჯენი ურთიერთისაგან 5 მეტრზე ცოტა მეტ α (მაგალითად, 5,01 მ) მანძილზეა. მისაბრჯენებს მტკიცედ ამაგრებენ (უქეთებენ მარკირებას) და მათ მახვილებს შორის მანძილებს უზუსტესად ზომავენ მეტრული ეტალონის ღეროებით. ეტალონების კომპლექსში (ნახ. 3) შედის (10×10 მმ) კვადრატული კვეთილობის ორი A და B ფოლადის გამოუწოთობი ღერო, სიგრძით თითო $1000 \pm 0,02$ მმ, $+20^\circ$ ტემპერატურაზე, რომელთა გაფართოების კოეფიციენტი $(11,5 \pm 1,5) \cdot 10^{-6}$. თითოეული ღეროს პასპორტში მოცემულია განაზომთა შეცდომების თეორიაში მიღებული შესწორების ცნების [13] ძესაბამისი „ნორმალური მეტრის განტოლება“, რომელიც გამოსახავს მათი სიგრძის დამოკიდებულებას ტემპერატურასთან შემდეგნაირად¹:

$$l_t = l_0 + \epsilon_t + l_0 \alpha (t - 20^\circ), \quad (7.2.2.1)$$

რომლის პირველი წევრი წარმოადგენს ღეროს ნომინალურ ($l_0 = 1000$ მმ) სიგრძეს $+20^\circ$ ტემპერატურაზე; მეორე ϵ_t წევრია ღეროს დამზადების ტექნოლოგიის გამო 20° ტემპერატურაზე მისი ფაქტობრივი სიგრძის ნომინალური სიგრძიდან გადახრა, რომლის ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 0,02 მმ; მესამე წევრია კომპარატორის სათავსის t ტემპერატურისა და ნორმალურ $+20^\circ$ ტემპერატურას შორის სხვაობით, გამოწვეული შესწორება (α არის ღეროს ლითონის გაფართოების კოეფიციენტი ანუ მისი სიგრძის ერთეულის შეცვლის ოდენობა იმავე ერთეულებში ღეროს ტემპერატურის 1° შეცვლის შესაბამისად). ყველა კომპონენტი გამოისახება სიგრძის ერთნაირ ერთეულში — მეტრებში, სანტიმეტრებში ან მილიმეტრებში. მაშასადამე, (1) ტოლობა ასე გადაიწერება:

$$l_t = 1000 \text{ მმ} + \epsilon_t \text{ მმ} + 1000 \cdot 11,5 \cdot 10^{-6} (t - 20^\circ) \text{ მმ} = \\ = 1000 \text{ მმ} + \epsilon_t \text{ მმ} + 0,0115 (t - 20^\circ) \text{ მმ}. \quad (7.2.2.1')$$

კომპარატორთან ერთად იყენებენ ხისტტარიან ფოლადის საზომ სოლს (ნახ. 4), რომლის ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი იგივეა,

¹ საერთოდ ნორმალური ეტალონების (მეტრის კვერთხი, ბაუზა, მკვლე და სხვა) განტოლებების შედგენის საკითხში განხილულია შემდეგ (7.2.3, პარაგრაფებში. განტოლებებში და ტექსტში ტემპერატურა იგულისხმება ცელსიუსით.

რაც აქვს ზემოაღნიშნულ ღეროებს. სოლის კუთხეა $5^{\circ} 42' 38''$, რომლის ტანგენსი ტოლია 0,1000. მაშასადამე, სოლზე ყოველ ახალ მილიმეტრ წარწერას შეესაბამება მისი სისქის 0,1 მმ ზრდა. სოლს ყოველთვის აყენებენ ეტალონების ღეროსა ან კვერთხსა და K_2 მისა. ბრჯე სოლს შორის ისე, რომ მისი გრძელი კუთხე იყოს მიმხრობილი კვერთხის მახვილ წიბოზე (ნახ. 2).

პირველ რიგში A და B ღეროებისა და სოლის საშუალებით გარკვეული ტემპერატურით ისაზღვრება კომპარატორის ზუსტი a სიგრძე, რისთვისაც A ღეროს ფრთხილად მიაყრდნობენ K_1 მისაბრჯენს, შემდეგ მას მიაყრდნობენ B ღეროს ისე, რომ ორივე ღერო ზუსტად იდოს K_1 და K_2 მისაბრჯენის შემაერთებელ წრფეზე; ვიქვით რა ხელით B ღეროს, ავიღებთ A ღეროს და ისევ მივაყრდნობთ B ღეროს მეორე ბოლოს და ასე შემდეგ. მეხუთე გადაღების შემდეგ A ღეროსა და K_2 მისაბრჯენს შორის ღრეჩო იზომება საზომი სოლის საშუალებით ზედიზედ ორჯერ. სამუშაოს დაწყებისა და დამთავრებისას იზომება ტემპერატურა და საშუალო ტემპერატურის შესაბამისად ანგარიშობენ (1) ფორმულისათვის ტემპერატურულ შესწორებას. კიდევ იმეორებენ ზემოთ აღწერილ გაზომვებს, მხოლოდ საწყისად იღებენ B ღეროს. ბოლოს განაზომთა საშუალოთი დგინდება კომპარატორის a სიგრძე.

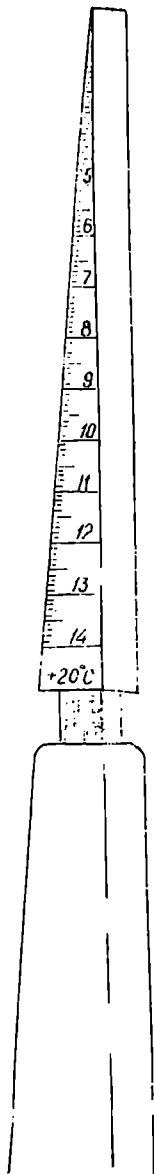
კვერთხის სიგრძის განსაზღვრისათვის მას დებენ კომპარატორზე ისე, რომ ერთი ბოლოთი მიყრდნობილი იყოს K_1 მისაბრჯენზე, ხოლო მეორე ბოლოსა და K_2 მისაბრჯენს შორის ღრეჩოს ზომავენ საზომი M სილით (ნახ. 2). კვერთხის l სიგრძე გამოითვლება კომპარატორის a სიგრძესა და სილით გაზომილ ღრეჩოს u ოდენობის სხვაობით:

$$l = a - u. \quad (7.2.2.2)$$

მაგალითი 7.2.2.1. საჭიროა განისაზღვროს ორი ხუთმეტრიანი კვერთხის სიგრძე. ეტალონ ღეროების პასპორტში ნაჩვენებია (1') ტოლობის შესაბამისი შემდეგი განტოლებები:

$$\left. \begin{aligned} A \text{ ღეროსათვის } l_1 &= 1000 \text{ მმ} + 0,015 \text{ მმ} + \\ &+ 0,0115(t - 20^{\circ}) \text{ მმ} \\ B \text{ } l_2 &= 1000 \text{ მმ} - 0,010 \text{ მმ} + \\ &+ 0,0115(t - 20^{\circ}) \text{ მმ} \end{aligned} \right\} (7.2.2.3)$$

1. კომპარატორის გაზომვის დაწყებისას ტემპერატურა იყო $+17^{\circ},1$, ხოლო დამთავრების მომენტში $+17^{\circ},5$. მაშასადამე, საშუალო ტემპერატურა $t = +17^{\circ},3$.



2. (3) ტოლობებით

$$A \text{ ლეროს სიგრძე } 17^{\circ},3 \text{ ტემპერატურაზე } l_A = 1000 \text{ მმ} - 0,02 \text{ მმ},$$

$$B \text{ } l_B = 1000 \text{ მმ} - 0,04 \text{ მმ}.$$

3. კომპარატორის სიგრძის პირველი განაზომი:

$$a_1 = 3l_A + 2l_B + u_1 = (3 \text{ მ} - 0,06 \text{ მმ}) + (2 \text{ მ} - 0,08) + u_1 = 5 \text{ მ} - 0,14 \text{ მმ} + 8,15 \text{ მმ};$$

მეორე განაზომი:

$$a_2 = 2l_A + 3l_B + u_2 = (2 \text{ მ} - 0,04 \text{ მმ}) + (3 \text{ მ} - 0,12) + u_2 = 5 \text{ მ} - 0,16 \text{ მმ} + 8,19 \text{ მმ}.$$

4. კომპარატორის სიგრძის განაზომთა საშუალო

$$a = \frac{a_1 + a_2}{2} = 5 \text{ მ} + 8,02 \text{ მმ}.$$

კვერთხების კომპარატორების მონაცემები და მათი სიგრძეები მოყვანილია (1) სქემაში:

ს ქ ე მ ა 7.2.2.1.

კვერთხების №№	ანათლები საზომ სოლზე, მმ			კომპარატორის სიგრძე	კვერთხის სიგრძე (2) ფორმულით
	პირველი განაზომი	მეორე განაზომი	საშუალო		
8	7,35	7,32	7,34	5 მ + 8,02 მმ	5 მ + 0,68 მმ
9	7,20	7,22	7,21		5 მ + 0,91 მმ.

ბ. მუშაოების წესრიგი საზომი კვირთხებით ხაზის გაჯოჯვის დროს

შრომის ნაყოფიერების გადიდებისა და უმცდარობის მიღწევის მიზნით საჭიროა ორი მზომავი, რომელთაც ანდობენ თითო კვერთხს. გასაზომი ხაზი შესაძლებლობისამებრ გაიწვინდება და გასწორდება; ხაზის გასწვრივ გაივლება კვალი ან დაიკიმება ბაწარი; პირველი მუშა სდებს კვერთხს ხაზის გასწვრივ ისე, რომ მისი ერთი ბოლო მიებჯინოს ხაზის საწყის წერტილს; მეორე მუშაც სდებს კვერთხს ხაზის გასწვრივ ისე, რომ ეს უკანასკნელი არ მიეკაროს პირველ კვერთხს; შემდეგ იგი ფრთხილად ჰკიდებს ხელს პირველი კვერთხის მეორე ბოლოს და მას დიდი სიფრთხილით მიუახლოებს თავის კვერთხს შეხებამდე; შემდეგ პირველი მუშა უკან ვაწევით მიიღებს თავის კვერთხს, ასწევს ზევით და ხმამაღლა იწყებს თვლას „ერთი“ და სწრაფად მიდის წინ, სდებს კვერთხს ხაზზე მეორის ახლო და იმეორებს. იგივე მოქმედებას, რაც შეასრულა მეორე მუშამ; ეს უკანასკნელიც უკან დაწევით მიიღებს თავის კვერთხს, ასწევს ზევით და წარმოსთქვამს „ორს“.

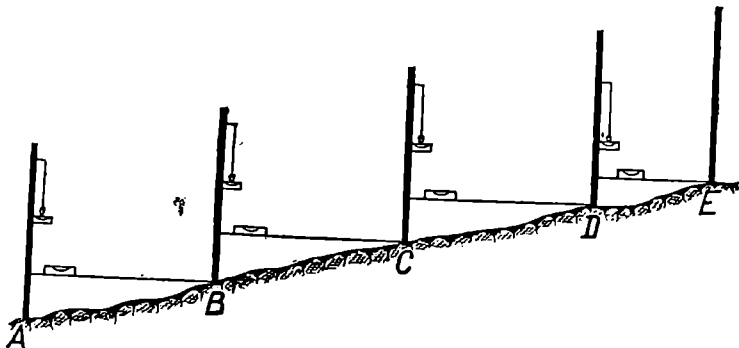
ასეთი თანამიმდევრობით იზომება: ხაზი. ცხადია, პირველი მუშა ყოველთვის წაბოძიანებს კენტ, ხოლო მეორე ლუწ ნომერს, რაც აგრეთვე წარმოადგენს თვლის კონტროლს. ხაზის ბოლოში უკანასკნელ კვერთხზე ათვლიან მეტრებს, დეციმეტრებს და სანტიმეტრებს.

მაგალითი 7.2.2.2. (1) ცხრილში მოყვანილი № 8 და № 9 კვერთხი, რომელთა ნომინალური სიგრძე 5 მეტრია, გასაზომ ხაზზე გადადებული იყო თითო 35 ჯერ, აგრეთვე № 8 კვერთხზე აღებული იყო ანათვალის 4,84 მეტრი.

ხაზის სიგრძე

$$L_0 = (5 \text{ მ} + 0,68 \text{ მ}) 35 + (5 \text{ მ} + 0,81 \text{ მ}) 35 + 4,84 \text{ მ} = 406,99 \text{ მ.}$$

როცა ხაზი დახრილია, მისი ქვედებულის დასადგენად საჭიროა გაიზომოს დახრის კუთხე და გაზომილი დახრილი ხაზი გადამრავლდეს დახრის



ნახ. 7.2.2.5.

კუთხის კოსინუსზე. შეიძლება კვერთხებით და ლაქტეებით უშუალოდ გაიზომოს დახრილი ხაზის ჰორიზონტული პროექცია (ქვედებული) ვატერპასის ხერხით, რისთვისაც საჭირო იქნება თარაზოსი და შვეულის გარკვევება (იხ. ნახ. 5.).

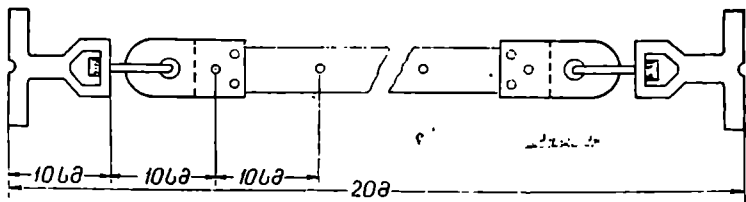
საზომი კვერთხებით ხაზის გაზომვის სიზუსტე აღწევს 1:10000.

X B. საზომი გაზომა

ბაფთები წარმოადგენს ფოლადის მოქნილ საზომ ინსტრუმენტებს. ბაფთით ხაზების გაზომვა სრულდება უშუალოდ გასაზომ ხაზზე ბაფთის დადებით ან კიდულად (ჰაერში). რელიეფის უსწორმასწორობათა და მცენარეულობათა ხელის შეშლის გამო მეორე უფრო ზუსტ შედეგს იძლევა. გეოდეზიაში გამოიყენება ბოლოკიდური (ნახ. 6), შტრიხიანი (ნახ. 7) და სკალიანი (ნახ. 8) ბაფთები.

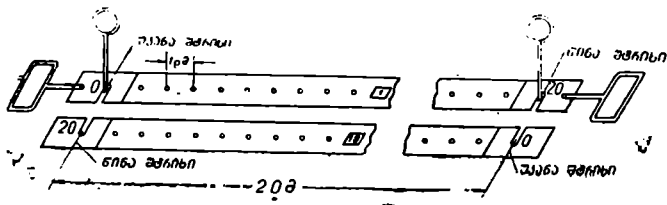
ბოლოკიდური ბაფთის როგორც ნომინალურ, ისე ფაქტობრივ სიგრძედ იგულისხმება მისი სახელურების სწორხაზოვან კიდურებს შორის მანძილი. იგი მოხერხებულია დასახლებული ადგილების აგეგმების დროს შენობების კედლებს შორის მანძილების გასაზომად. შტრიხიანი ბაფთის სიგრძე მისი ბოლოების (სახელურებამდე) ზედაპირზე დატანილ შტრიხებს შორის მანძილია; სკალიანი ბაფთის სიგრძეა მისი ბოლოების სკალების ნუ-

ლოვან შტრახებს შორის მანძილი. სკალების სიგრძეები არ აღემატება ერთ დეციმეტრს და დანაყოფების საფასურია ერთი მილიმეტრი. გეოდეზიურ წარმოებაში დიდად გამოიყენება 20—24 მეტრი სიგრძის ბაფთები. მეორეს



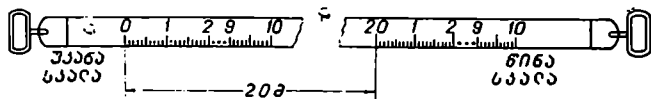
ნახ. 7.2.2.6.

იყენებენ საკონტროლო გაზომვებისათვის. იგი დაყოფილია 20 ტოლ ნაწილად. ხოლო თითო ინტერვალი 10 ტოლ ნაწილად. ამიტომ მისით განაზომი ხაზი უნდა გამრავლდეს 1,2 კოეფიციენტზე. აგრეთვე არსებობს საგანგებოდ



ნახ. 7.2.2.7.

დამზადებული 48, 50 და 100 მეტრის სიგრძის ბაფთები. უშუალოდ ძანძილების გაზომვისას იყენებენ განიერ 30, 24, 15, 10 მმ, ხოლო კიღულად—უფ-



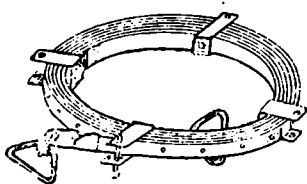
ნახ. 7.2.2.8.

რო ვიწრო 6—7—8 მმ სიგანის ბაფთებს. საერთოდ ბაფთების სისქე გვხვდება 0,2—0,6 მმ ფარგლებში.

ზოგადად, ბაფთა მთელ მის სიგრძეზე პატარა ლილების ან ნასვრეტების საშუალებით დაყოფილია დეციმეტრებად; ნახევარმეტრები და მეტრები მასზე აღნიშნულია სხვადასხვა ოდენობისა და მოხაზულობის თითბრის ბალთებით; მათე მეტრის ბოლოში გაკეთებულია მოზრდილი ბალთა ამობურცული ციფრებით. ვადატანის ან შენახვის დროს ბაფთას ახვევენ 20 სანტიმეტრი დიამეტრის მქონე რკინის კირკალზე ანუ რგოლზე (ნახ. 9). ბაფთებით ხაზების გაზომვების დროს მათი ბოლოებისა და გასაზომ ხაზზე გადადებთა რაოდენობის ფიქსირებას ახდენენ 30—40 სმ სიგრძისა და 5—6 მმ დიამეტრის ფო-

ლადის ჩხირებით (ნახ. 10). ჩხირების რაოდენობა ყოველ ბაფთაზე სჯობს 6 ან 11 ცალი, რომელთაც აცობენ ფოლადნარევე რკინისკავებიან მავთულის რგოლზე (ნახ. 10). ადგილზე ბაფთის დასაჭიმად იყენებენ 1,5 მეტრისა და 30 მმ დიამეტრის ორ სარს (ნახ. 11), რომელთაც ერთ-ერთ ბოლოში ჩამოკმული აქვთ რკინის ბუნიკი ჩხირებით (გამონაშვერები), რომელთაც აჭერენ ფეხს მიწაში მათ ჩასასობად, აგრეთვე ეს ჩხირები იჭერენ ბაფთას ხაზზე გადატანის დროს.

ბაფთის საჭირო ძალითა და თანაბარი დაკიმვისათვის იყენებენ ზამბარაკიან დინამომეტრს (ნახ. 12^ა) ან 10 კილოგრამიან საწონს, რომელიც კარაბინით უკავშირდება ბაფთის სა-



ნახ. 7.2.2.9.

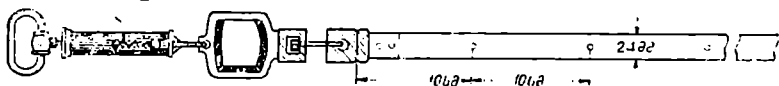


ნახ. 7.2.2.10.



ნახ. 7.2.2.11.

ხელურს. ხაზის გაზომვის დროს მოთხოვნილი სიზუსტის შესაბამისად ბაფთის ტექსტურატურის ან საერთოდ გარე ტექსტურატურის გაზომვის ახდენენ პრაშჩეს (შორდულა) თერმომეტრით (ნახ. 12^ბ). როგორც აღენიშნეთ, ტექსტში სიმოკლისათვის ვწერთ ტექსტურატურის გრადუსულ ოდენობას C (ცელსიუსის)



ბ



ნახ. 7.2.2.12.

მიწერის გარეშე, მაგალითად, $+20^{\circ}C$ ნაცვლად ვწერთ $+20$. იმისათვის, რომ დეციმეტრებად დაყოფილ ბაფთაზე აიღონ მილიმეტრის შეცდომის ფარგლებში ანათვალი, იყენებენ მასშტაბურ მილიმეტრებიან 120 მმ სიგრძის სახაზავს.

ა. ბაფთის დათვალიერება და კომპარირება

რგოლიდან ბაფთის განთავისუფლებამდე საჭიროა გულდასმით მისი დათვალიერება და დამახსოვრება, თუ როგორ არის იგი დახვეული და დამაგრებული რგოლზე. რგოლიდან ბაფთის განთავისუფლებას ასრულებს ორი კა-

ცი ფრთხილად ისე, რომ ბაფთა არ გაილუნოს ან არ გაიფსკვნას და არ გაიბზაროს, ან არ გატყდეს. წინა კაცს, უჭირავს რა ბაფთის ერთი ბოლო ხელში, უკან დახევით აკვირდება ბაფთის წესიერულად გაშლას, ხოლო უკანას უჭირავს რგოლი, დგას და ნელ-ნელა აბრუნებს მის ხელში ისე, რომ ბაფთა თანდათან თავისუფლდებოდეს რგოლისაგან. ბაფთას შლიან ფრთხილად ნიჟა და გულმოდგინედ აკვირდებიან და ამოწმებენ მის წესიერულობას. თუ ბაფთა გატეხილი ან დაზიანებული აღმოჩნდა, იგი უნდა შეიცვალოს. საჭიროა დათვლილ იქნეს ჩხირების რაოდენობა და გაისინჯოს ჩხირებისა და ბაფთის ბოლოების შტრიხების პირისპირ ამონაჭკების სიმსხოების ურთიერთ შესაბამისობა. ბაფთის გადატანის დროს საჭიროა დიდი სიფრთხილე, რათა იგი არ გაილუნოს, არ გაიფსკვნას, ბოლო არ ედებოდეს სხვადასხვა დაბრკოლებებს და სხვა. სამუშაოს დამთავრებისთანავე საჭიროა ჩხირების და ბაფთის გაწმენდა, რგოლზე დახვევა, დამავრება და ჩხირების ჩამოცმა მავთულის რგოლზე. დიდი ხნით საწყობში შესანახ ბაფთას უნდა წაეუსვით ტაოტი.

სამუშაო ბაფთის კომპარირებით ისახლეობა შესწორება ანუ გარკვეულ ტემპერატურაზე მის ნამდვილ და ნაგულისხმებ ანუ ნომინალურ (20, 24 მეტრი) სიგრძეს შორის სხვაობა; აგრეთვე საჭიროა ვიცოდეთ სწორია თუ არა ბაფთის ცალკე მეტრები და მათი ათ-ათ ნაწილად დაყოფა. შემოწმებისათვის ვიყენებთ სანიმუშო საზომებსა და ეტალონებს.

საერთოდ, სანიმუშო საზომების (ნორმალური ბაფთა, ეტალონები) განტოლებაა:

$$l_{\text{ნორ}} = l_0 + \epsilon_1 + l_0 \alpha (t - t_0), \quad (7.2.2.4)$$

სადაც l_0 არის ნორმალური საზომის (ვთქვათ, ბაფთის) ნაგულისხმები, ანუ ნომინალური, სიგრძე (ვთქვათ, 20 მ) გარკვეულ (ვთქვათ, $t_0 = +20^\circ$) ტემპერატურასა და P ძალით (ვთქვათ, $P = 10$ კგ) დაკინებისას;

— ნორმალური ბაფთის კომპარირების შესწორება, ანუ ხსენებულ პირობებში განხილადი ბაფთის კეშმარიტ (ფაქტობრივ) სიგრძესა და ნომინალურ სიგრძეს შორის სხვაობა;

f — ნორმალური საზომის (ბაფთის) ტემპერატურა ნებისმიერი ხანის (განსაკუთრებით კომპარატორის სიგრძის) გაზომვის დროს; $\alpha = 0,000125 = 125 \cdot 10^{-7}$ — გამოწრთობილი ფოლადის ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი, რომლის ოდენობა გამოსახავს ბაფთის განზომილების (მეტრი, სანტიმეტრი, მილიმეტრი) სიგრძის შეცვლის ოდენობას (იმავე განზომილებაში) მისი ტემპერატურის ცვლილების ერთი გრადუსით შეცვლის შესაბამისად;

$l_0 \alpha = 20,000 \cdot 125 \cdot 10^{-7} = 0,0025$ მ = 0,25 მმ — 20 მეტრიანი ბაფთის სიგრძის შეცვლის ოდენობა მისი ტემპერატურის ცვლილების ერთი გრადუსით შეცვლის შესაბამისად.

კომპარირების შედეგად დადგენილი სამუშაო საზომების სიგრძეების განტოლებებიც (4) ტოლობის სახისაა, რასაც თანამიმდევრობით ქვემოთ ვნახავთ.

სამუშაო ბაფთის კომპარირება ხდება შენობის იატაკზე (ან სწორ და გასუფთავებულ გზაზე), სტაციონარულ და სავიწრო კომპარატორზე.

**შენიშვნის იატაკზე ან სწორ და განუხრთავებულ გზაზე
ბაფთის კომპარირება**

ამ შემთხვევაში სამუშაო ბაფთის კომპარირებისათვის იყენებენ სანიშნულ-შო, ანუ ნორმალურ, ბაფთას, რომლითაც საერთოდ ხაზები არ იზომება. ამ უკანასკნელის პასპორტში მოცემულია (4) განტოლება, რომელიც გვიჩვენებს გარკვეული ტემპერატურის დროს მის სიგრძეს. ეს განტოლება დგინდება კომპარირებით, რომელიც სრულდება წინა მუხლში აღწერილი მეტრული ეტალონების დეროებით $\pm 0,1$ მმ შეცდომის დაშვებით.

სამუშაო ბაფთის კომპარირებისათვის მას და ნორმალურ ბაფთას გაანთავისუფლებენ რგოლისაგან და გაშლიან დერეფანში ან სწორ და გასუფთავებულ გზაზე (ან სარბენ ბილიკზე), რომელიც აუცილებლად ჩრდილში უნდა იყოს, წრფეს კვალავენ ცარცის ფხვნილში ამოვლებული დაქიმილი ბაწრის შუანაწილის ზენოდან აკვრით და ტყორცნით. დაახლოებით ნახევარი საათის შემდეგ ნორმალური ბაფთის ერთ-ერთ თავს დაამაგრებენ იატაკზე (ან მიწაზე) და მეორე სახელურს გამოსდებენ დინამომეტრს და დასკიმავენ იმავე ძალით, რომლითაც იგი იჭიმებოდა კომპარირებისა და პასპორტის შედგენის დროს (ვთქვათ, 10 კგ). აღნიშნული ბაფთის ბოლოები აღინიშნება ადგილზე ზუსტად (წაწვეტებული ფანქრით, დანით და სხვა). შემდეგ ნორმალურ ბაფთას ჰოფხსნით და მის ადგილზე დაიდება სამუშაო (გასასინჯი) ბაფთა. მას სჭიმავენ ზემოაღნიშნული ძალით და მასშტაბური მილიმეტრებიანი სახაზავით ვიგებთ ნორმალურ და სამუშაო ბაფთას შორის სხვაობას, რაც საშუალებას მოგვცემს გავიგოთ სამუშაო ბაფთის ნამდვილი სიგრძე. კომპარირების ტემპერატურა იქნება კომპარირების დაწყებამდე და დამთავრების შესაბამის ტემპერატურათა საშუალო.

მაგალითი 7.2.2.3. ნორმალური ბაფთის პასპორტში $P=10$ კგ ძალით დაქიმვისათვის (4) ტოლობის შესაბამისი განტოლებაა:

$$L_{ნორ} = 20,000 \text{ მ} - 0,0035 \text{ მ} + 20,000 \cdot \alpha(t - 20^\circ).$$

სამუშაო ბაფთის კომპარირება მოხდა $t = +26^\circ,4$ ტემპერატურაზე 10 კგ ძალით დაქიმივით. ამ დროს გამოირკვა, რომ სამუშაო ბაფთის სიგრძე მეტია ნორმალური ბაფთის სიგრძე 0,0046 მ-ით. გამოვითვალეთ რას უდრის სამუშაო ბაფთის ფაქტობრივი (ქეშმარიტი) სიგრძე და შევადგინეთ მისი განტოლება.

1. (4) ტოლობის შესაბამისად $L_0 = +20^\circ$ ტემპერატურისა და 10 კგ დაქიმვის დროს ნორმალური ბაფთის სიგრძე

$$L'_{ნორ} = 20,000 \text{ მ} - 0,0035 \text{ მ},$$

ხოლო, $t = +26^\circ,4$ ტემპერატურასა და 10 კგ დაქიმვის დროს მისი სიგრძე იქნება:

$$L_{ნორ} = 20,000 \text{ მ} - 0,0035 \text{ მ} + 0,00025 \text{ მ} (26^\circ,4 - 20^\circ) = 19,9981 \text{ მ};$$

2. როგორც ვიცით, კომპარირებით გამოირკვა, რომ სამუშაო ბაფთის ქეშმარიტი სიგრძე $26^\circ,4$ ტემპერატურაზე 10 კგ ძალით დაქიმვის დროს მეტია ნორმალური ბაფთის სიგრძეზე 0,0046 მ, ე. ი. სამუშაო ბაფთის სიგრძე იქნება:

$$L_{სმ} = L_{ნორ} + 0,0046 \text{ მ} = 19,9981 \text{ მ} + 0,0046 \text{ მ} = 20,0027 \text{ მ}.$$

მასასადაზე, სამუშაო ბაფთის განტოლება $26^{\circ},4$ ტემპერატურაზე 10 კგ ძალით დაქიმივისათვის იქნება:

$$I_{\text{საშ}} = 20,000 \text{ მ} + 0,0027 \text{ მ} + 20,000 \cdot 125 \cdot 10^{-7} (t - 26^{\circ},4) \text{ მ.}$$

ხაზების გაზომვის დროს მოხერხებულად მუშაობის მიზნით დავიყვანოთ სამუშაო ბაფთის განტოლება კომპარირების ტემპერატურის ან ადგილისათვის მახასიათებელ საშუალო ტემპერატურის ახლობელ ოდენობაზე, რომელიც იქნება 10° -ის ჯერადი, ე. ი. ამ შემთხვევაში 30° . მაშინ განხილადი სამუშაო ბაფთის სიგრძე 30° ტემპერატურის დროს იქნება:

$$I_{\text{საშ}} = 20,000 \text{ მ} + 0,0027 \text{ მ} + 0,00025 \text{ მ} \cdot (30^{\circ} - 26^{\circ},4) \text{ მ} = 20,000 \text{ მ} + 0,0036 \text{ მ},$$

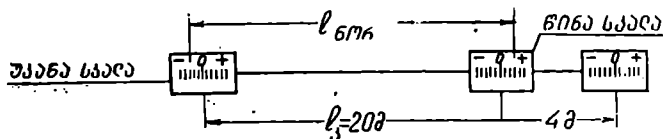
ხოლო 30° -ზე სამუშაო ბაფთის დაყვანილი განტოლება გამოისახება ტოლობით:

$$I_{\text{საშ}} = 20,000 \text{ მ} + 0,0036 \text{ მ} + 0,00025 (t - 30^{\circ}) \text{ მ.}$$

II. ბაფთის კომპარირება ხტაციონარულ კომპარატორზე

სტაციონარული კომპარატორი არის ორი სახის:

1. დიდი შენობის დერეფნის იატაკზე დააყენებენ თითბრის ორ ფირფიტას, რომლებზეც დაშტრიხულია მილიმეტრებიანი სკალა ნულოვანი შტრიხის ორივე მხარეზე ათ-ათი მილიმეტრი და მეტი (ნახ. 13). სკალების შუა ნულოვან შტრიხებს შორის მანძილი უნდა უდრიდეს 20 ან 24 მეტრს $\pm 2-3$ მილიმეტრის განსხვავებით. იატაკზე ფირფიტების ჩაქედების შემდეგ ნორმული მეტრის, ანუ მეტრული ეტალონის, დერეფნით იზომება კომპარატორის სიგრძე, ანუ მის ნულოვან შტრიხებს შორის მანძილი, რისთვისაც კომპარატორის ღერძის გასწვრივ ამაგრებენ ქაღალდის ზოლს, რომელზეც წვრილად გათლილი ფანჭით აღნიშნავენ ხსენებული ეტალონის ბოლოებს. ასეთი გზით კომპარატორის სიგრძეს ზომავენ ოთხჯერ და მეტჯერაც. საერთოდ კი კომპარატორის სიგრძე ეტალონებით უნდა შემოწმდეს დროგამოშვებით სავსე



ნახ. 7.2.2.13.

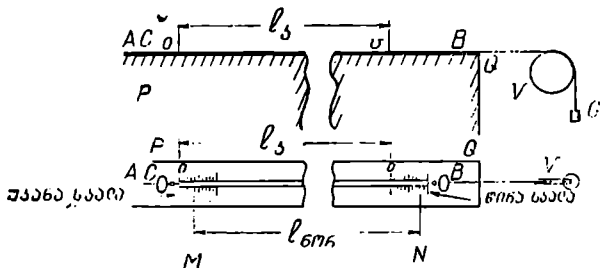
სამუშაოების დაწყების წინ. კომპარატორის სიგრძის დადგენა აგრეთვე ხდება ნორმული ბაფთით. ამ შემთხვევაში ქაღალდის ზოლის გამოყენება საჭირო არ იქნება.

ბაფთის კომპარირებისათვის მის ერთ ბოლოს მავთულის საშუალებით ამაგრებენ იატაკში ჩასმულ ლურსმანზე ისე, რომ მისი კიდური (განაპირა) შტრიხები მოხდეს კომპარატორის ნულოვანი შტრიხების ახლოს. ბაფთის მეორე ბოლოს სჭიმავენ დინამომეტრით იმ ძალით, რომელიც მიღებულია ველზე (ვთქვათ, 10 კგ) და ბოლოს აიღება ანათვლები კომპარატორის ფირფიტებზე გამოსაცდელი ბაფთის კიდური შტრიხების შესაბამისად. შემდეგ დაპკრა-

ვენ ლურსმანს ჩაქუჩს, რის გამო შეიცვლება ბაფთის მდებარეობა და კვლავ იღებენ ანათვლებს და ასე შემდეგ. ტემპერატურა აიღება ყოველი იღეთის წინ და ბოლოს და მერე ისახლვრება საშუალო.

2. მეორე ტიპის სტაციონარული კომპარატორი წარმოადგენს ბეტონის დაბალი სინალის (1 მეტრი) PQ კედელს ან ხის სვეტებზე დამაგრებულ მეტად გამომშრალ ძელს, რომლის ბოლოებში ჩაჭედილია ლითონის ორი ფირფიტა, დაყოფილი მილიმეტრებად ზემოთ აღწერილი პირველი ტიპის კომპარატორის მსგავსად ან ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია (14) ნახაზზე (ზრდად წარწერები ნულის მხოლოდ ერთ მხარეზე); კომპარატორის ნულთან შტრიხებს შორის მანძილი უნდა იყოს 20—24 მეტრი $\pm 2-3$ მმ განსხვავებით. კომპარატორის სიგრძე დგინდება ზემოთ აღწერილი წესით ნორმალური მეტრის (ეტალონის) ან ნორმალური ბაფთის საშუალებით (როგორც ცნობილია, ჩვეულებრივ, ნორმალური კვერთხების ან ბაფთის სიგრძეები დაყვანილია $+20^\circ$ ტემპერატურაზე).

კომპარირებისათვის ბაფთა A წერტილში მაგრდება C სახელურით, ხოლო მის მეორე B სახელურზე კარბინით გამოებმება $G = 10$ კგ სიმძიმე, რომ-



სახ. 7.2.2.14.

ლის მათეული გადაკიდებულია V კოჭონაქზე. უკეთესია თუ კოჭონაქებს მოეწყობთ კომპარატორის ორივე ბოლოში, მაშინ შესაძლებელი იქნება ბაფთის, ეთქვათ, M შტრიხის კომპარატორის ნულთან შეთავსება და ანათვლა იღება მხოლოდ ერთი N შტრიხის საშუალებით.

განხილად კომპარატორებზე ანათვლები წინა და უკანა სკალაზე აიღება ბაფთის წინა და უკანა ბოლოს ნულთან შტრიხების შესაბამისად, პირველ კომპარატორზე (ნახ. 13) ნიშნების მხედველობაში მიღებით, ხოლო მეორეზე (ნახ. 14) ნიშნების გარეშე. მაგალითად, (13) ნახაზის მიხედვით კომპარატორზე (ეთქვათ, 10 კგ) და ბოლოს აიღება ანათვლები კომპარატორის ფირფიტაზე $+6$ მმ. (14) ნახაზის მიხედვით: $\varphi = 8$ მმ, $(\psi) = 4$ მმ, ე. ი. $(\varphi - \psi) = 8 - 4 = +4$ მმ.

მაგალითი 7.2.2.4. № 12 სამუშაო ბაფთის კომპარირებისათვის ე-

ყენებთ № 31 და № 26 ნორმალურ ბაფთებს, რომელთა გნტოლებები $P = 10$ კგ ძალით დაჭიმვის შესაბამისად არის:

$$\left. \begin{aligned} l_{31} &= 20\,000 \text{ მმ} + 2,5 \text{ მმ} + 0,25 \text{ მმ} (t - 20^\circ) \\ l_{26} &= 20\,000 \text{ მმ} + 4,0 \text{ მმ} + 0,25 \text{ მმ} (t - 20^\circ) \end{aligned} \right\} \quad (a)$$

ანუ $t = 20^\circ$ ტემპერატურისა და 10 კგ დაჰიმვის დროს მათი სიგრძეები

$$\left. \begin{aligned} l_{31} &= 20\,000 \text{ მმ} + 2,5 \text{ მმ} \\ l_{28} &= 20\,000 \text{ მმ} + 4,0 \text{ მმ} \end{aligned} \right\} \quad (b)$$

პირველ რიგში საზღვრავენ სტაციონარულ კომპარატორის სიგრძეს ქვე-
მოთ მოყვანილი (5) ტოლობის გამოყენებით და შემდეგ მისი საშუალებით
მიღებული (6) ტოლობით ანგარიშობენ სამუშაო ბაფთის სიგრძეს და აღგენენ
მის განტოლებას, რისთვისაც კომპარატორზე სრულდება გაზომვითი სამუშაო-
ები სამ ეტაპად (ნახ. 13 და 14):

1. ერთი ან ორი ნორმალური ბაფთით კომპარატორის სიგრძის გაზომვა;

2. სამუშაო ბაფთით კომპარატორის სიგრძის გაზომვა;

3. ნორმალური ბაფთით კომპარატორის სიგრძის განმეორებითი გაზომვა.

უფრო გამოიყენება მეორე ტიპის კომპარატორი, ამიტომ მაგალითებსაც
მის მიხედვით ვიხილავთ.

პირველ ეტაპზე კომპარატორის სიგრძის გასწვრივ რიგრიგობით 10 კგ
საწონით ჰიმავენ № 31 და № 26 ნორმალურ ბაფთას და წინა და უკანა დამ-
ვირვებლები თანადროულად იღებენ კომპარატორის წინა და უკანა სკალაზე
ექვს-ექვს წყვილ ანათვლებს მილიმეტრებში ბაფთების ნულოვანი შტრიხი-
ბის შესაბამისად. ყოველი წყვილი ანათვლის აღების შემდეგ ბაფთას აადგი-
ლებენ 2 — 3 სმ. აღნიშნულ ანათვლებს შორის სხვაობა დასაშვებია 3 მილი-
მეტრამდე, ამის შემდეგ ისაზღვრება საშუალოები. ბაფთების ტემპერატურა
აზომება 1° შეცდომის ფარგლებში პრაქტის თერმომეტრით, რომელსაც ათა-
სებენ ბაფთის ქვეშ (იხ. 2 სქემის 1 და 2 განაზომი № 31 და № 26 ნორმალური
ბაფთით). იგივე წესით სრულდება მეორე ეტაპი № 12 სამუშაო ბაფთით (3
სქემა) და მესამე ეტაპიც № 26 და № 31 ნორმალური ბაფთით (2 სქემის 3 და
4 განაზომი). ნებისმიერი ნორმალური ბაფთით ორივე ტიპის კომპარატორის
სიგრძე ისაზღვრება ფორმულით (ნახ. 13 და 14):

$$\begin{aligned} l_{\text{კომ}} &= l_{\text{ნორ}} + 0,25 \text{ მმ} (f - f_0) - (v - u)_{\text{სა}} \text{ მმ} = \\ &= l_0 \text{ მმ} + \varepsilon_1 \text{ მმ} + 0,25 \text{ მმ} (f - f_0) - (v - u)_{\text{სა}} \text{ მმ}, \end{aligned} \quad (7.2.2.5)$$

სადაც t არის კომპარატორის სიგრძის გაზომვის დროს ნორმალური ბაფთის
ტემპერატურა;

l_0 — ნორმალური ბაფთის კომპარირების დროს ტემპერატურა;

$(v - u)$ — ნორმალურ ბაფთაზე ანათვლებას ექვსი სხვაობის საშუალო
(2 სქემა),

თუ აღნიშნული ნორმალური ბაფთებით კომპარატორის სიგრძის გამო-
ივლილი ოდენობები ურთიერთ არ განსხვავდება 3 მმ, კომპარატორის საბოლოო
 $l_{\text{კომ}}$ სიგრძედ იღებენ მათ საშუალოს (4 სქემა). განხილად მაგალითში გამო-
ყენებული (5) ტოლობაში $l_{\text{ნორ}}$ ბაფთის ნაცვლად ვიგულისხმობთ $l_{\text{სა}}$, მაშინ
სამუშაო ბაფთის სიგრძე (5) ტოლობის მიხედვით განისაზღვრება ფორმულით:

$$l_{\text{სა}} = l_{\text{კომ}} \text{ მმ} - 0,25 (f - f_0) \text{ მმ} + (v - u)_{\text{სა}} \text{ მმ}, \quad (7.2.2.6)$$

სადაც t არის კომპარირების დროს სამუშაო ბაფთის ტემპერატურა;

t_0 — ტემპერატურა, რომელზეც დაიყვანება სამუშაო ბაფთის სიგრძე (მას იღებენ t -ს ახლოს 10° ჯერადი ოდენობის ტოლს);

(წ—უ) — სამუშაო ბაფთის ექვსი სხვაობის საშუალო (მე-3 სქემა).

განხილად მაგალითში (4 და მე-3) სქემების მიხედვით 20° ტემპერატურის დროს (მე-5 სქემა) სამუშაო № 12 ბაფთის სიგრძეა:

$$L_{12} = 20\ 000 \text{ მმ} - 3,2 \text{ მმ} - 0,25(18^\circ - 20^\circ) \text{ მმ} + 12,2 \text{ მმ} = 20\ 000 \text{ მმ} + 9,5 \text{ მმ}.$$

მაშასადამე, 20° ტემპერატურაზე 10 კგ ძალით დაჭიმვის შესაბამისად № 12 სამუშაო ბაფთის განტოლება იქნება:

$$L_{11} = 20\ 000 \text{ მმ} + 9,5 \text{ მმ} + 0,25(t - 20^\circ) \text{ მმ}.$$

სქემა 7.2.2.2.

განაზომების №№	ტემპერატურა, t	სკალეზე ინათვლები		(წ—უ) მმ	შენიშვნა
		წინა, მმ	უკანა, მმ		
1	$+18^\circ$	ბაფთა № 31			
			15	10	+5
			31	25	+6
			52	29	+4
			21	18	+3
			40	35	+5
			41	35	+6
საშუალო				+4,8	
2	$+16^\circ$	ბაფთა № 26			
			14	7	-1,7
			15	7	+8
			20	15	+5
			25	19	+6
			21	15	+6
			40	31	+6
საშუალო				+6,3	
3	$+15^\circ$	ბაფთა № 26			
			60	55	+5
			62	56	+6
			10	5	+5
			20	14	+6
			17	10	+7
			41	33	+8
საშუალო				+6,2	
4	$+16^\circ$	ბაფთა № 31			
			40	35	+5
			42	37	+5
			15	10	+5
			20	14	+6
			27	24	+3
			30	25	+5
საშუალო				+4,8	

სამუშაო ბაფთა № 12

ტემპერატურა, t	სკალეზე ანიოდები		(წ-უ) მმ	შენიშვნა
	წინა, მმ	უკანა, მმ		
18°	34	22	+12	მეორე ეტაპის დასაწყისი 11 ^h 45 ^m ბოლო 12 ^h 05 ^m
	48	32	+11	
	51	38	+13	
	60	48	+12	
	29	15	+14	
	30	19	+11	
საშუალო			+12,2	

ს ქ ე შ ა 7.2.2.4.

ბაფთების №№	ტემპერატურა, t	$h + \epsilon$	0,25 ($t - 20^\circ$), მმ	(წ-უ) საშ. მმ	l_3
31	18°	20 მ + 2,5 მმ	-0,5	-4,8	20 მ - 2,8 მმ
26	16°	20 მ + 4,0 მმ	-1,0	-6,3	20 მ - 3,3 „
26	15°	20 მ + 4,0 მმ	-1,2	-6,2	20 მ - 3,4 „
31	16°	20 მ + 2,5 მმ	-1,2	-4,8	20 მ - 3,6 „

საშუალო l_3 20 მ - 3,2 მმ

ს ქ ე შ ა 7.2.2.5.

ბაფთის №№	ტემპერატურა, t	საშუალო, $l_{კომ}$	-0,25 ($18^\circ - 20^\circ$), მმ	(წ-უ) საშ.	სამუშაო ბაფთის სიგრძე 20° ტემპერატურაზე
12	+18°	20000-3,2	+0,5	+12,2	20 მ + 9,5 მმ

მ ა გ ა ლ ი თ ი 7.2.2.5. შევასრულოთ 20-მეტრიანი ბაფთის კომპარირება მეტრიანი ეტალონების გამოყენებით.

1. მეტრიანი ეტალონური A და B ღეროებით საზღვრავენ კომპარატორის l_3 სიგრძეს (6) სქემის მიხედვით, საიდანაც დადგენილია, რომ ნულოვან შტრიხებს შორის სიგრძე $t = 20^\circ$ საშუალო ტემპერატურაზე ტოლია 20,00940 მ, $\pm 0,00003$ მ საშუალო კვადრატული შეცდომით ეს უკანასკნელი გამოთვლილია ბესელის ფორმულით [13].

2. (7) სქემაში მოცემულია თვით სამუშაო ბაფთის კომპარირების შედეგები 10 კგ ძალის დაკვიმვის შესაბამისად.

მეტრიანი ეტალონები	I განაზომები		II განაზომები	
	წინ, მ	უკან, მ	წინ, მ	უკან, მ
A	1,000022	1,000034	1,000039	1,000047
B	31	56	62	65
A	23	34	31	40
B	32	56	62	65
A	23	35	39	40
B	32	56	62	65
A	23	35	39	40
B	33	56	63	64
A	25	35	39	40
B	33	58	63	64
A	26	36	40	40
B	34	58	64	65
A	27	36	40	40
B	35	59	64	64
A	27	36	39	41
B	36	58	63	64
A	28	37	40	41
B	38	59	63	64
A	26	37	40	42
B	1,000038	1,000059	1,000064	1,000065
სოლზე	0,000880	0,008505	0,008335	9,008280
ჯამი	20,009474	20,009484	20,009359	20,009329

საშუალო

$$\bar{L}_y = 20,00940 \text{ მ} \pm 0,00003 \text{ მ.}$$

ბაფთის I მზარე					ბაფთის II მზარე				
ტემპერატურა	ანათვლები კომ- პარატორის სკალაზე		სხვაობა		ტემპერატურა	ანათვლები კომ- პარატორის სკალაზე		სხვაობა	
	უკანა, მმ	წინა, მმ	(წ-უ) მმ	საშუალო, მმ		უკანა, მმ	წინა, მმ	(წ-უ) მმ	საშუალო, მმ
1	3	2	4	5	1	3	2	4	5
18°,0	80,0	92,0	+11,3	11,4	18°,5	79,1	87,9	+8,8	8,7
	83,5	95,0	+11,5	—		86,1	94,8	+8,7	
	84,6	96,1	+11,5	—		88,4	97,0	+8,6	
	87,0	98,3	+11,3	—		92,0	100,7	+8,7	

დანაყოფებისა და ანათვლების შეცდომების შემცირების მიზნით ყოველი ახალი ანათვლის აღებისას ბაფთას უცვლილდნენ მდებარეობას.

(6) ფორმულით 20° ტემპერატურაზე ბაფთის ერთი მზარის სიგრძე

$$L_I = 20,00940 \text{ მ} + 0,01140 \text{ მ} - 0,00025 (18^\circ - 20^\circ) \text{ მ} = 20,0203 \text{ მ,}$$

ხოლო მეორე მზარის სიგრძე ასევე 20° ტემპერატურის დროს იქნება:

$$L_{II} = 20,00940 \text{ მ} + 0,00870 \text{ მ} - 0,00025 (18^\circ,5 - 20^\circ) \text{ მ} = 20,0177 \text{ მ.}$$

მაშასადამე, განხილავი სამუშაო ბაფთის განტოლებები, შესაბამისად, იქნება:

$$I_1 = 20\,000 \text{ მმ} + 0,0203 \text{ მმ} + 0,25(t - 20^\circ) \text{ მმ},$$

$$I_{II} = 20\,000 \text{ მმ} + 0,0177 \text{ მმ} + 0,25(t - 20^\circ) \text{ მმ}.$$

III. საველი კომპარატორში ბაფთის კომპარირება

ვაქე ადგილებზე თუ მკვირივი ნიდაგია, 60 — 120 მეტრ მანძილზე ასობენ ლითონის მანქალებს (რბილ გრუნტში მანქვალს ჩააბეტონებენ), რომელთა ზემო თავზე ურთიერთ მართობულად (ჯვარისებურად) გატარებულია ზედმიწევნით წვრილი შტრინი კომპარატორის სიგრძელ ითვლება შტრინების გადაკვეთის წერტილებს შორის მანძილი. კომპარატორის ჰეშმარიტ (ფაქტობრივ) $L_{\text{ჰ}}$ სიგრძეს წარმოადგენს გარკვეულ (ეთქვათ, 20°) ტემპერატურაზე ნორმალური ბაფთით ან მავთულით რამდენიმეჯერ განაზომის საშუალო არითმეტიკული:

$$L_{\text{ჰ}} = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_k}{K} \quad (7.2.2.7)$$

სადაც K არის 20° ტემპერატურაზე დაყვანილი ნორმალური ბაფთით კომპარატორის სიგრძის გაზომვების რაოდენობა.

სამუშაო ბაფთის ჰეშმარიტი:

$$l_{\text{ჰ}} = \frac{L_{\text{ჰ}}}{n}, \quad (7.2.2.8)$$

სადაც n არის კომპარატორზე სამუშაო ბაფთის გადადებათა რიცხვი.

სამუშაო ბაფთის ცნობილი ნომინალური $l_{\text{ს}}$ სიგრძე გამოისახება ფარდობით:

$$l_{\text{ს}} = \frac{L_{\text{გაბ}}}{n} \quad \text{და} \quad n = \frac{L_{\text{გაბ}}}{l_{\text{ს}}}, \quad (7.2.2.9)$$

სადაც $L_{\text{გაბ}}$ არის სამუშაო ბაფთის ცნობილი ნომინალური $l_{\text{ს}}$ სიგრძის შესაბამისად მიღებული კომპარატორის სიგრძე.

განაზომთა შეცდომების თეორიიდან ცნობილია, რომ სამუშაო ბაფთის l_1 შეცდომა ტოლია განაზომის (ნომინალურს) მინუს მისი ჰეშმარიტი მნიშვნელობა, ე. ი.

$$\delta_1 = l_{\text{ს}} - l_{\text{ჰ}} = \frac{L_{\text{გაბ}} - L_{\text{ჰ}}}{n}, \quad (7.2.2.10)$$

ხოლო იმავე ბაფთის შესწორება იქნება მისი შებრუნებული ოდენობა:

$$\varepsilon_1 = l_{\text{ჰ}} - l_{\text{ს}} = \frac{L_{\text{ჰ}} - L_{\text{გაბ}}}{n}. \quad (7.2.2.11)$$

სამუშაო ბაფთით $L_{\text{გაბ}}$ ხაზის სიგრძის ყოველ ნომინალურ მეტრზე შესწორება იქნება:

$$\varepsilon_2 = \frac{\delta_1}{20}. \quad (7.2.2.12)$$

მაშასადამე, სამუშაო ბაფთის ჰეშმარიტი სიგრძე

$$L_p = L_n + \epsilon_1. \quad (7.2.2.13)$$

(11) ტოლობიდან კომპარატორის ჰეშმარიტი სიგრძე:

$$\left. \begin{aligned} L_p &= L_{გაზ} + n \epsilon_1 \\ L_p &= L_{გაზ} + L_{გაზ} \epsilon_2 \end{aligned} \right\}. \quad (7.2.2.14)$$

(14) ფორმულით გამოითვლება გაზომილი ნებისმიერი ადგილის ჰეშმარიტი სიგრძე.

მაგალითი 7.2.2.6. კომპარატორის ჰეშმარიტი სიგრძე $L_p = 120,42$ მ გაზომილ იქნა სამუშაო ბაფთით, რომლის ნომინალური სიგრძეა 20 მ. განაზომი $L_{გაზ} = 120,52$ მ. განისაზღვროს სამუშაო ბაფთის ჰეშმარიტი სიგრძე.

1. (9) ფორმულით კომპარატორზე სამუშაო ბაფთის გადაღებათა რიცხვი

$$n = \frac{120,52}{20} = 6,026;$$

2. (11) ფორმულით სამუშაო ბაფთის სიგრძის შესწორება

$$\epsilon_1 = \frac{120,42 - 120,52}{6,026} \approx -0,02 \text{ მ.}$$

(12) ტოლობით ხაზის განაზომის ყოველ ნომინალურ მეტრზე შესწორება იქნება $-0,02 : 20 = -0,001$ მ;

3. (13) დამოკიდებულებით ბაფთის ჰეშმარიტი სიგრძე

$$L_p = 20,00 - 0,02 = 19,98 \text{ მ.}$$

4. საკონტროლოდ (14) ფორმულით

$$\begin{aligned} L_p &= 120,52 + 6,026 \cdot (-0,02) = 120,40 \text{ მ.} \\ L_p &= 120,52 + 120,52 \cdot (-0,001) = 120,40 \text{ მ.} \end{aligned}$$

ვთქვათ, განხილავი ბაფთის ხაზის სიგრძეა 325, 838 მ. (14) ფორმულით ხაზის ჰეშმარიტი სიგრძე იქნება $325,838 + 325,838 \cdot (-0,001) = 325,512$ მ.

ზემოგანხილული მუხლებისა და საერთოდ ნებისმიერი საშუალებით სამუშაო ბაფთის კომპარირების შედეგად უნდა შედგეს „პასპორტი“, ანუ ნებისმიერი ტემპერატურისა და დაჭიმვის შესაბამისად ჰეშმარიტი სიგრძის გამოსათვლელი განტოლება შემდეგი სახით:

$$L_p = l_0 \text{ მ} + \epsilon_1 \text{ მ} + l_0 \alpha (t - 20^\circ) + c (p - p_0) \text{ მ}, \quad (7.2.2.15)$$

სადაც, როგორც ცნობილია, l_0 არის განხილავი ბაფთის ნომინალური სიგრძე, მაგალითად 20 მეტრი;

t_1 —ნორმალურ ტემპერატურაზე (ვთქვათ, 20°) და p_0 ძალით დაჭიმვაზე (ვთქვათ, 10—15 კგ) ბაფთის ჰემპერიტი და ნომინალურ (ნაგულისხმებ) სიგრძეს შორის სხვაობა (შესწორება):

$l_0 \alpha (t - 20^\circ)$ — 20 მეტრიანი ბაფთის სიგრძის შეცვლის გამოსათვლელი გამოსახულება, რომელიც გამოწვეულია ფაქტობრივი t ტემპერატურისა და ნორმალური 20° ტემპერატურის სხვაობით:

$c(p - p_0)$ — ბაფთის სიგრძის შეცვლის გამოსათვლელი გამოსახულება, რომელიც გამოწვეულია მისი ფაქტობრივი დაჭიმვის p ძალისა და ნორმალური p_0 ძალის სხვაობით.

(15) განტოლების მარჯვენა ნაწილის მესამე წევრის ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი ანუ 20 მეტრიანი ბაფთის სიგრძის ერთი გრადუსით ტემპერატურის შეცვლის შესაბამისი $l_0 \alpha = 0,25$ მმ.

მავე ტოლობის უკანასკნელი წევრის c კოეფიციენტის გამოსათვლელად გამოვიყენოთ ჰუკის კანონის შესაბამისად ბაფთის წაგრძელების გამოსათვლელი ფორმულა:

$$\epsilon_p = \frac{(p - p_0) l_0}{F \cdot E}, \quad (7.2.2.16)$$

ე. ი.

$$c = \frac{l_0}{FE}, \quad (7.2.2.17)$$

სადაც F არის ბაფთის კვეთის ფართობი, ვთქვათ ($20 \times 0,4$) მმ²;

$E = 20000$ კგ/მმ² — ბაფთის ლითონის (ფოლადის) გრძივი დრეკადობის მოდული.

მაშასადამე, 20-მეტრიანი ბაფთისათვის (17) განტოლებით

$$c = \frac{20000 \text{ მმ}}{20 \times 0,4 \text{ მმ}^2 \times 20000 \text{ კგ/მმ}^2} \approx 0,1 \text{ მმ/კგ}. \quad (7.2.2.18)$$

მაგალითი 7.2.2.7. ვთქვათ, ხაზის გასაზომად გვაქვს ბაფთა, რომლის განტოლება (15) განტოლების მიხედვით არის:

$$l_p = 20 \text{ მ} + 1,2 \text{ მმ} + 0,25 (t - 20^\circ) \text{ მმ} + 0,1 (p - 15) \text{ მმ}.$$

საჭიროა ამ ბაფთის ნამდვილი სიგრძის განსაზღვრა 35° ტემპერატურისა და საშუალოდ 7 კგ დაჭიმვის დროს.

ბაფთის განტოლებაში ამ მონაცემების შეტანით მისი ნამდვილი სიგრძე:

$$l_p = 20 \text{ მ} + 1,20 \text{ მმ} + 3,75 \text{ მმ} - 0,80 \text{ მმ} = 20,0042 \text{ მ} \approx 20,004 \text{ მ}.$$

როდესაც 20-მეტრიანი ბაფთის ყოველი გადაღების საშუალო კვადრატული შეცდომა, როგორც ვნახეთ, დასაშვებია $\pm 0,5$ მმ ანუ მოითხოვება $1:40000$ სიზუსტით, მაშინ (15) ფორმულისათვის ტემპერატურა შეიძლება განიზომოს $\pm 2^\circ$ შეცდომით, ხოლო ბაფთის ფაქტობრივი დაჭიმვა შეიძლება განსხვავდებოდეს ნორმალურისაგან, ანუ განხილად შემთხვევაში 15 კილოგრამისაგან, ± 5 კილოგრამით.

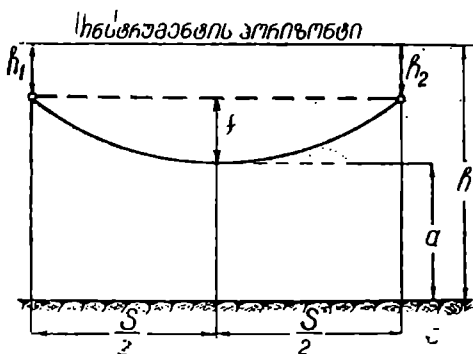
გრძელი ბაფთების (50, 100 მეტრი) კომპარირება ხდება ინვარული ბაფთების ან შავთულების კომპარირების წესით (იხ. შემდეგი 7.2.4 პარ.).

მიწაზე მდებარე ბაფთის l სიგრძესა და პაერში თავისუფლად დაკიშული იმავე ბაფთის l_0 სიგრძეს შორის ϵ_f სხვაობა, ანუ ჩაკიდულობის გამო შესწორება, შეიძლება განისაზღვროს ბაფთის ჩაკიდულობის (ჩალუნულობის) f ისრის ან p დაკიშულობის ძალის მიხედვით.

პირველ შემთხვევაში ფორმულას ასეთი სახე აქვს:

$$\epsilon_f = l - l_0 = -\frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{S}, \quad (7.2.2.19)$$

სადაც S მალი და f ჩალუნვის ისარი გამოსახულია მეტრებში.



ნახ. 7.2.2.15.

ჩაკიდულობის f ისარს ზომიერად ნიველირით და მასშტაბური სახაზავით, რომლის ოდენობა (15) ნახაზის მიხედვით გამოისახება ფორმულით:

$$f = h - a - \frac{h_1 + h_2}{2}. \quad (7.2.2.20)$$

მაგალითად, როცა 50-მეტრიანი ბაფთის ჩაკიდულობის ისარი $f=1$ მ, (19) ფორმულით მის ბოლოებს შორის ფაქტობრივი სიგრძე იქნება 49,95 მეტრი.

მეორე შემთხვევაში

$$\epsilon_f = l - l_0 = \frac{q^2 \cdot l^3}{24 p^2 n^2}, \quad (7.2.2.21)$$

სადაც q არის ბაფთის ერთი მეტრის მასა, კილოგრამებში;

l —მიწაზე მდებარე ბაფთის სიგრძე, მეტრებში;

l_0 —პაერში თავისუფლად დაქიმული იმავე ბაფთის სიგრძე;

p —ბაფთის დაქიმვის ძალა, გრამებში;

n —ტოლი მალეების რიცხვი, თუ ბაფთა დაქერილია რამდენიმე წერა ტილში.

ორივე შემთხვევაში ϵ_f მიიღება მეტრებში. მაგალითად, 24-მეტრიანი ბაფთის მთლიანი სიგრძეა 24,79 მეტრი, მთლიანი წონა კი 1200 გ, ე. ი.

$$q = \frac{1200}{24,79} = 48,4 \text{ გ/მ. ვთქვათ, } p = 10\,000 \text{ გ, } n = 1, \text{ ნორმალური ტემპე-}$$

რატურა არის 15° . (21) ფორმულით:

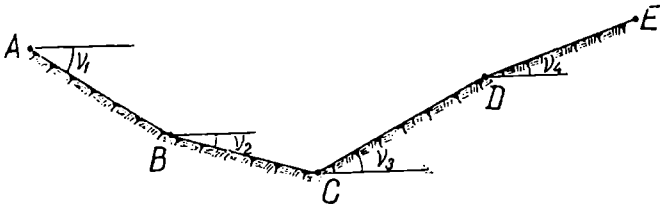
$$\epsilon_f = - \frac{(48,4)^2 \cdot (24)^3}{24 \cdot 10^8} \approx -0,0135 \text{ მ.}$$

მაშასადამე, კიდულ მდებარეობაში განხილადი ბაფთის ნულოვან შტრიხებს შორის სიგრძე იქნება $24,0000 - 0,0135 = 23,9865$ მეტრი.



ბ. ბაფთით ხაზის გაზომვა

გასაზომი ხაზი წინასწარ უნდა იქნეს გაწმენდილი (ქვები, მაღალი ბალახი, ბუჩქები, კოლბოხები, ძირკვები და სხვა). თუ გასაზომი ხაზი 100 მეტრზე მეტია, საჭირო იქნება მისი დასარვა. აგრეთვე ამ ხაზის ვერტიკალური გარდატეხის A, B, C, D, E წერტილებში, სადაც იცვლება დახრის კუთხეები, ასო-



ნახ. 7.2.2.16.

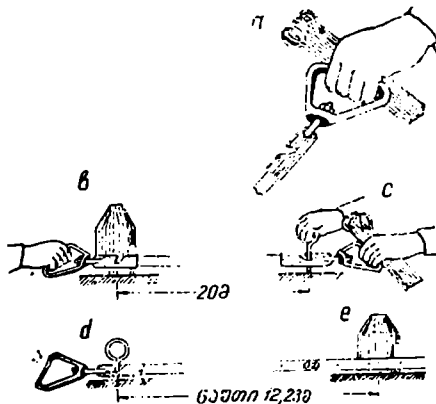
ბენ განსაკუთრებულ პალოებს ან სარებს, რომლებითაც გასაზომი ხაზიდან გამოიყოფა სხვადასხვა დახრის კუთხის მქონე მონაკვეთები (ნახ. 16) და ხაზის გაზომვის პროცესში თეოდოლიტით ან ეკლიმეტრით იზომება აღნიშნული $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ დახრის კუთხეები ან სრულდება ტანგენტიური ნიველოზა.

დღისით ხაზის გაზომვისათვის საჭიროა ერთი ხელმძღვანელი და ორი მზომავი, რომელთაგანაც ერთი იქნება წინ და მეორე უკან. ღამით ხაზის გაზომვისათვის კი საჭიროა მესამე მზომავიც, რომელიც ყოველთვის უნდა დარჩეს მიწაში ჩასობილ ჩხირთან, რათა იგი უჩვენოს უკანა მზომავს.

ხაზის გაზომვის წინ საჭიროო ბაფთის გაშლა, რისთვისაც წინა მზომავი,

გასაზომი მანძილების შესაბამისად, ხუთ ან ათ ჩხირთან ერთად მარცხენა ხელით იჭერს (ნახ. 17^ა) ბაფთის ბოლოს და ნელ-ნელა იხევს უკან გასაზომი ხაზის გასწვრივ, უკანა მზომავი კი ფრთხილად აბრუნებს ხელში რკინის რგოლს, რომელიდანაც თავისუფლდება ბაფთა. უკანა მზომავი განთავისუფლებულ რგოლს ჩამოიკიდებს ქამარზე.

მზომავებს ბაფთა ყოველთვის უნდა ეჭიროს ზრდადი წარწერებით გასაზომი ხაზის მიმართებით, უკანა მზომავი მარჯვენა ხელით იჭერს ბაფთის სახელურს და შეუთავსებს მის საწყის (ნულოვან) შტრიხს ხაზის სათავეში ჩასობილი პალოს შუა ხაზს ან მარჯვენა ხელით ასობს მეტერთმეტე (ან მეექვსე)



ნახ. 7.2.2.17.

ჩხირს (ნახ. 17^ბ) ამ შტრიხის გვერდით, რომელსაც გამოსდებს ბაფთის ამოჭრილ კაუჭს და იჭერს მაგრად ან სახელურს აბიჯებს ფეხს და წინა სარის დახმარებით ხელით ანიშნებს წინა მზომავს, რომ ბაფთა დასდოს და ჩხირი ჩაასოს გასაზომი ხაზის გასწვრივ, ამ დროს წინა მზომავი დაბერტყავს და დაკიმავეს საჭირო ძალით ბაფთას და, დარწმუნდება რა იმაში, რომ ბაფთა დაკიპულია, ხაზის გასწვრივ ასობს პირველ ჩხირს ბაფთის ბოლო (20 მეტრიანი) შტრიხის გასწვრივ ან თუ ბაფთას კაუჭი აქვს, მას გამოსდებს ჩხირს და ვერტიკალურად მაგრად ასობს მიწაში (ნახ. 17^გ). ამასთანავე, წინა მზომელი გასაძახებს უკანას „არის“, ამის შესაბამისად უკანა მზომავი სწრაფად ამოაძრობ. მის მიერ დასმულ ჩხირს, ტოვებს სარს (17^დ ნახაზზე მეტერთმეტე ჩხირი და სარი ნაჩვენები არაა) და ათავისუფლებს ბაფთის უკანა ბოლოს, ხოლო წინა მზომავი ფრთხილად ათავისუფლებს ბაფთას წინა ბოლოს დასმული ჩხირისაგან, რომელსაც ადგილზე სტოვებს და მიემართება და მიათრევს ბაფთას გასაზომი ხაზის გასწვრივ ცოტა მოშორებით, რათა ბაფთა არ შეეხოს მის მიერ დატოვებულ ჩხირს; უკანა მზომავი კი კვალდაკვალ მიჰყვება ბაფთის უკანა ბოლოს და როცა ეს ბოლო გაუსწორდება წინა მზომავის მიერ დასმულ ჩხირს, იგი გასაძახებს წინა მზომელს „სდექ“. სწრაფად გამოსდებს კავს (ან შეუთავსებს საწყის შტრიხს) ჩხირს, ამ დროს წინა მზომავს უკვე უკანა მზომავის ჩვენების გარეშე შეუძლია თვით დადგეს გასაზომი ხაზის გასწვრივ, მის მიერ წინ დასმული ჩხირისა და ხაზის საწყის წერტილში დაყენებული სარის საშუალებით. წინა მზომავი დაბერტყავს და დაკიმავეს ბაფთას, ასობს მეორე ჩხირს (ამ დროს უკანა მზომავი ხელით ან სჯობს ფეხით სახელურზე დაკერით იჭერს ბაფთას) და გასაძახებს უკანა მზომავს „არის“, რომელიც ამო-

აძრობს მეორე ჩხირს, წინა მზომავი კი სტოვებს მის მიერ დასმულ ჩხირს და ბაფთით აგრძელებს გასაზომი ხაზის გასწვრივ სვლის (ამ დროს უკანა მზომავის ხელშია ორი ჩხირი, რაც ბაფთის ორ გადაღებას ნიშნავს).

იმ შემთხვევაში, როცა გასაზომი ხაზი მეტია 200 მეტრზე, წინა მზომავი, რომ დაასობს უკანასკნელ მეთე ჩხირს, მაშინ უკანა მზომავს ხელში უნდა ეჭიროს ათი ჩხირი, რომლებიც უნდა გადაცეს წინა მზომავს. ეს იქნება ერთი „გადაცემა“ (ორასი მეტრი).

გადაცემის დროს ჩხირების რაოდენობა აუცილებლად უნდა იყოს დათვლილი, რომ ოცეულ მეტრებში შეცდომა არ დაეშვათ და ყოველი გადაცემა ჩაიწეროს საგანგებო სქემაში (იხ. 8 სქემა), რათა ორას მეტრში შეცდომა არ დაეშვათ. წინა მზომავის მიერ ბოლოს დასობილი ჩხირი (ნახ. 17^ა) სათვალავში საერთოდ არ შედის. გრძელდება სამუშაო ამ (მეთერთმეტე) ჩხირზე ბაფთის უკანა ბოლოს გამოღებით იმავე წესით, რაც აღწერალი იყო ზემოთ.

იმ შემთხვევაში, როცა ათეული ჩხირის გადაცემათა რაოდენობა დიდია, სჯობს ყოველი გადაცემის დროს ასეული მეტრების წარწერით შესაბამისი წერტილებზე დაეასოთ საგანგებო პალოები. გარდა მთლიანი ბაფთის შესაბამისი სიგრძეებისა, საჭირო ხდება ხაზის ნ ა რ ჩ ე ნ ის გაზომვა (რამდენიმეჯერ), რისთვისაც გასაზომი ხაზას ბოლოს შემდეგ, თუ რაიმე დაბრკოლება ხელს არ უშლის, წინა მზომავი არ ჩერდება, მანამ მას არ მოესმის უკანა მზომავის „სდგე“. წინა მზომავი სჭიმავს ბაფთას, სდებს მიწაზე და სტოვებს, თვით გადაადგილდება უკან და იღებს ბაფთაზე ხაზის ბოლოს შესაბამისი ანათვალს (მეტრებს, დეციმეტრებს და სანტიმეტრებს). ნარჩენის გაზომვა შეიძლება შესარულოს ტექნიკოსმა, რომელიც აწარმოებს განაზომთა გამოთვლას. ამ დროს, ცხადია, ბაფთის ზრდადი წარწერება უნდა იყოს გასაზომი ხაზის მიმართულეობით (ნახ. 17^ა). ამ ნახაზის მიხედვით ნარჩენის ანათვალა 12,23 მ (ნახ. 17^ა), როდესაც დაბრკოლების გამო წინა მზომავი ვერ გადასცდება გასაზომი ხაზის ბოლოს, მაშინ ბაფთას გადააბრუნებენ, მისი წინა ბოლოს შტრახს წინამზომავი შეუთავსებს ხაზის ბოლოს და ბოლო ჩხირის შესაბამისად უკანა მზომავი (ან ტექნიკი) აიღებს ანათვალს (მეტრებს, დეციმეტრს და სანტიმეტრს). ამ დროს (საერთოდაც) ორივე მზომავს ყოველთვის ხელში უნდა ეჭიროს ათი ჩხირი, რომელთა დათვლა სავალდებულოა. მეთერთმეტე (ან მეექვსე) ჩხირი მხოლოდ ბაფთის სათავის (ნახ. 17^ა) კაკის გამოსადებად და ხაზის ნარჩენი სიგრძის გაზომვისათვისაა ხელშემწყობი, რომლის ამოძრობა მიწიდან არ უნდა დაგვავიწყდეს ხაზის გაზომვის დამთავრების შემდეგ. ყოველთვის ანათვალის (6 ან 9 მეტრის) უნდა შევამოწმოთ ბაფთის გადაბრუნებით. მეორე მხარეზე ანათვალის პირველ შემთხვევაში უნდა იყოს 14, ხოლო მეორეში 11 მეტრი. ამ გზით სჯობს შემოწმდეს სხვა საეჭვო ანათვლებიც.

როგორც ვთქვით, ხელმძღვანელის მიერ ყოველივე იწერება სქემაში. გაზომილი ხაზის L სიგრძე გამოითვლება დაუყოვნებლივ ველზე შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$L = 200N + 20n + r, \quad (7.2.22)$$

ხადაც N არის ათეული ჩხარის გადაცემათა რიცხვი; როცა ექვს ჩხირს ვიყენებთ, მაშინ N იქნება ხუთეული ჩხირის გადაცემათა რიცხვი, ე. ი. მისი კოეფიციენტი იქნება 100;

n — უკანა მზომავის ხელში ჩხირების რაოდენობა;

r — ხაზის ბოლოს ნარჩენი მონაკვეთის სიგრძე.

კონტროლის მიზნით იმავე მზომავების მიერ ხაზი უკანა სვლით უნდა გაიზომოს განმეორებით. სჯობს იგივე ხაზის გაზომვა ისევე წინ 24-მეტრიანი ბაფთით, რომელიც დაყოფილია ოც ნაწილად, ე. ი. 1,2 მეტრიანი მონაკვეთებად (უწოდებენ „დიდმეტრებს“). ეს უკანასკნელიც ათ ათ ნაწილად არის დაყოფილი, ე. ი. თითო მცირე მონაკვეთი არის 12 სანტიმეტრი. ასეთი ბაფთით ხდება გაზომვები ისე, როგორც ვასრულებდით 20 მეტრიანი ბაფთით. მაგალითად, (8) სქემის პირველი სტრიქონის ჩანაწერების მიხედვით 20-მეტრიანი ბაფთით AB ხაზის გაზომვის დროს გადაცემათა რიცხვი $N=2$; უკანა მზომავის ხელში ჩხირების რაოდენობა $n=2$ და ხაზის ბოლოს ნარჩენის სიგრძე $r=9,64$ მეტრს, ე. ი. (22) დამოკიდებულებით:

$$L = 200 \times 2 + 20 \times 2 + 9,64 = 449,64 \text{ მეტრი.}$$

იმავე ცხრილის მეორე სტრიქონის ჩანაწერები 24-მეტრიანი ბაფთისათვის $N=1$; $n=8$; $r=14,75$ დიდი მეტრი. (22) დამოკიდებულებით:

$$200 \times 1 + 20 \times 8 + 14,75 = 374,75 \text{ დიდი მეტრი,}$$

რომელიც უნდა გამრავლდეს 1,2-ზე. მაშასადამე,

$$L = 374,75 \times 1,2 = 449,70 \text{ მეტრს.}$$

იგივე პასუხს (საკონტროლოდ) მივიღებთ, თუ დიდი მეტრების მიღებულ ოდენობას მიუვამატებთ მისი შეათედის გარაკეცებულ ოდენობას:

$$L = 374,75 + 37,475 \times 2 = 374,75 + 74,95 = 449,70.$$

სქემა 7.2.2.8.

მონაკვეთი	ბაფთის ნომინალური სიგრძე	N	n	დიდი მ.	(22) ფორმულია გამოიხატავს	კოეფიციენტი	ხაზის მონაკვეთის სიგრძე, მ	მონაკვეთის საშუალო სიგრძე, მ	საკვირობა მიღებულ სიგრძეებში შესწორდეს კომპარირების, ტემპერატურის, დაკოეფისა და ს. ვა შეცდომის წყაროების მიხედვით
A-B	20	1+1	2	9,64	449,64	1,0	449,64	449,67	
	24	1	8	14,75	374,75	1,2	449,70		
B-C	20	1	6	11,48	331,48	1,0	331,48	331,51	
	24	1	3	16,28	276,28	1,2	331,54		

საერთოდ, ტემპერატურა იზომება დღეში ერთჯერ ან ორჯერ პრაქტიკულ თერმომეტრით, რომელსაც ათავსებენ ბაფთის ქვეშ.

AB მონაკვეთის 20-მეტრიანი და 24-მეტრიანი ბაფთის განაზომებს შორის სხვაობა 0,06 მეტრის საფუძველზე გამოგვიყავს დასკვნა იმის შესახებ, რომ ხსენებული მონაკვეთის გაზომვაში არ არის ტლანქი შეცდომა, რადგანაც ხაზი გაზომილია 0,06:450 ≈ 1:7500 სიზუსტით. (1) ცხრილის მიხედვით კი ბაფთის ხაზის გაზომვა საშუალოდ დასაშვებია 1:2000 სიზუსტით. მაშასადამე, საშუალო $AB = 449,67$ მ.

ანალოგიური მოქმედებით არის განსაზღვრული BC ხაზის მონაკვეთი, რომლის სიგრძე (8) სქემის მესამე და მეოთხე სტრიქონის ჩანაწერების მიხედვით არის 331,51 მ. ცხადია, მიღებული განაზომები საკმარისა შესწორდეს სხვადასხვა ფაქტორის მიხედვით, რასაც ქვემოთ შევასრულებთ.

ხაზის ორჯერ განაზომებს შორის სხვაობის ოდენობა დამოკიდებულია გასაზომი ხაზის სიგრძეზე, ანუ ბაფთის გადადებათა რაოდენობაზე, ადგილის ხასიათსა და სხვა მრავალ პირობებზე. ტექნიკურ ინსტრუქციაში მოცემულია სხვადასხვა სიგრძის შესაბამისად ხაზების ორჯერ განაზომთა შორის დასაშვები სხვაობები (იხ. ცხრ. 1).

ცხ. 7. 2. 2.1

ხაზების სიგრძეები მეტრებში	დასაშვები განსხვავებები ორჯერ განაზომებს შორის		
	ხელშემწი პირობებში, მ	საშუალო პირობებისათვის, მ	ძრავიანი ხელშემწი პირობებში, მ
100	0,07	0,09	0,10
200	0,11	0,13	0,15
300	0,14	0,17	0,19
400	0,17	0,20	0,22
500	0,19	0,23	0,27
600	0,22	0,27	0,31
700	0,24	0,30	0,34
800	0,27	0,33	0,38
900	0,29	0,36	0,41
1000	0,32	0,39	0,45

მოყვანილი ცხრილის საშუალო პირობების შესაბამისად 100 მეტრზე დასაშვები სიზუსტეა $9:10000 \approx 1:1100$; 500 მეტრზე $23:50000 \approx 1:2200$, ხოლო 1000 მეტრზე $39:100000 \approx 1:2500$. მაშასადამე, ზოგადად ხაზის ორ განაზომთა შორის სხვაობის ოდენობა დასაშვებია გაზომილი ხაზის სიგრძის 1:2000. ამ დაშვებით ვმუშაობთ ხაზების გაზომვების დროს, როცა ხელთ არა გვაქვს ოფიციალური ცხრილი. დამაკმაყოფილებელი პასუხის შემთხვევაში საბოლოოდ ვიღებთ ორ განაზომთა საშუალოს.

საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ დინამომეტრის გამოყენებით კარგ ხელშემწი პირობებში ხაზების გაზომვების დროს გამოცდილი მშობამები ტემპერატურის ცვლის მხედველობაში მიღებით აღწევენ 1:5000; 1:10000 სიზუსტეს.

C. ბაფთით ხაზის განაზომის უზღოვრობის უზარმაზი

განაზომთა შეცდომების თეორიიდან [13] ცნობილია, რომ ბაფთით ხაზის განაზომების შეცდომების სისტემატური და შემთხვევითი ხასიათის წყაროებია:

1. კომპარირების, ანუ ბაფთის სიგრძის σ შეცდომა, რაც დგინდება კომპარირებით ანუ გარკვეულ ტემპერატურაზე მის ნომინალურ სიგრძესა და ჰერმეტიკ სიგრძეს შორის სხვაობის განსაზღვრით.

მაშასადამე, ამ შეცდომის შესაბამისი შესწორების ოდენობა გარკვეულ ტემპერატურაზე:

$$\varepsilon_1 = l_{\text{კომ}} - l_{\text{ნომ}} \quad \text{ანუ} \quad l_{\text{კომ}} = l_{\text{ნომ}} + \varepsilon_1.$$

იგი ატარებს სისტემატური შეცდომის ხასიათს და განაზომი უნდა განთავისუფლდეს მისი გავლენისაგან;

2. ტემპერატურის ცვალებადობით, ანუ ხაზის გაზომვისა და ბაფთის კომპარირების დროს ბაფთის ტემპერატურებს შორის სხვაობით, გამოწვეული σ_6 შეცდომის წყარო, რომლის შედეგია ბაფთის ფაქტობრივი სიგრძის გადახრა კომპარირებით დადგენილი სიგრძისაგან. როგორც ცნობილია, მისი შესაბამისი შესწორება გამოითვლება ფორმულით:

$$\varepsilon_2 = l_{\text{ნომ}} \cdot \alpha (t - 20^\circ).$$

მაშასადამე, ეს წყაროც სისტემატური ხასიათისაა და მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული;

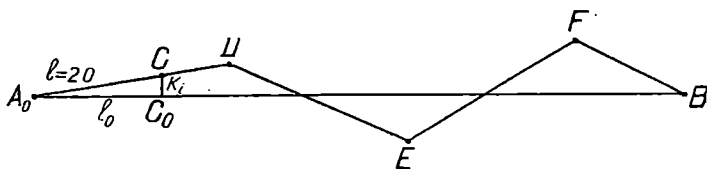
3. ბაფთის დაჭიმვის ცვალებადობით, ანუ ხაზის გაზომვის და კომპარირების დროს ბაფთის დაჭიმვებს შორის სხვაობით, გამოწვეული σ_7 შეცდომის წყარო, რომლის შედეგია ბაფთის ფაქტობრივი სიგრძის გადახრა კომპარირებით დადგენილი სიგრძისაგან.

(16) ფორმულის მიხედვით მისი შესაბამისი შესწორებაა:

$$\varepsilon_3 = \frac{(p - p_0) l_0}{FE}.$$

მაშასადამე, მისი ოდენობის გამოთვლაც შეიძლება და საჭირო იქნება მისი მხედველობაში მიღება;

4. დახრილი ხაზის, გაზომვის Δ_5 შეცდომები. მათი შესაბამისი შესწორების ოდენობებიც გამოითვლება და საჭიროა დადგენილ იქნეს თუ რა ოდენობის



ნახ. 7.2.2.18.

ნობის შეცდომების უგულვებელყოფა შეიძლება (იხილეთ 31, 33, 34 ფორმულები);

5. გასწვრივობის, ანუ გაზომვის დროს ჩხირების არაზუსტად დასმის გამო ხაზის გასწვრივობისაგან ბაფთის გადახრით გამოწვეული σ_8 შეცდომები. მაშასადამე, ნაცვლად AB სიგრძისა (ნახ. 18) ფაქტობრივად ვიღებთ უფრო გრძელ A_0CDEFB ტეხილი ხაზის სიგრძეს.

ბაფთის ყოველ გადაღების ϵ_i შესწორება გამოითვლება გამოსახულებით:

$$\begin{aligned} \epsilon_i &= l_0 - l = (l^2 - k_i^2)^{\frac{1}{2}} - l = l \left(1 - \frac{k_i^2}{l^2} \right)^{\frac{1}{2}} - l \approx \\ &\approx l \left(1 - \frac{k_i^2}{2l^2} \right) - l \approx - \frac{k_i^2}{2l}, \end{aligned} \quad (7.2.2.23)$$

სადაც l არის ბაფთის სიგრძე;

k_i — ბაფთის წინა ბოლოს გადახრა ხაზის გასწვრივობიდან იმ პირობით, რომ მისი წინა ბოლო იმყოფება გასაზომი ხაზის გასწვრივობაში.

(23) გამოსახულების მიხედვით განაზომის სიზუსტე იქნება:

$$\frac{\epsilon_i}{l} = \frac{k_i^2}{2l^2}; \quad (7.2.2.23')$$

მაშასადამე, როცა გასწვრივობის სიზუსტე დასაშვებია 1 2000, მაშინ

$$\frac{\epsilon_i}{l} = \frac{1}{2000} = \frac{k_i^2}{2 \cdot 2000 \cdot 2000},$$

საიდანაც

$$k_i = 63 \text{ სმ.}$$

ასეთი წესით შედგენილია (2) ცხრილი.

ცხ. 7.2.2.2.

მოთხოვნილი სიზუსტე	ბაფთის წინა ბოლოს დასაშვები გადახრა ხაზის გასწვრივობიდან, სმ	მოთხოვნილი სიზუსტე	ბაფთის წინა ბოლოს დასაშვები გადახრა ხაზის გასწვრივობიდან, სმ
1:2000	63	1:20000	20
1:4000	45	1:30000	16
1:6000	37	1:40000	14
1:10000	28	1:100000	9

ამ მუხლში ჩამოთვლილი ხაზის გაზომვის ათი სახის შეცდომების მიმართ თუ გამოვიყენებთ ტოლი გავლენის პრინციპს, მაშინ, საშუალოდ 1:2000 სიზუსტით ხაზის გაზომვის შესაბამისად, გასწვრივობის მოთხოვნილი სიზუსტე იქნება 1:20000, რომელსაც შეესაბამება $k_i = 20$ სმ, ოცმეტრიანი ბაფთისათვის. ამ შემთხვევაში ხაზი შეიძლება გაიზომოს პირდაპირ ბაფთის თვალზომით გადაღებით, ხოლო, როცა ხაზის გაზომვის მოთხოვნილი საერთო სიზუსტე დიდია 1:10000, რასაც გასწვრივობის 1:100000 სიზუსტე, ანუ $k_i = 9$ სმ, შეესაბამება, მაშინ საჭირო იქნება ინსტრუმენტის სამიზნე კოგრის გამოყენება;

6. ბაფთის განივი (თარახული) გაღწევით σ_4 შეცდომა, რასაც იწვევს ბალახები, ძეძვი და სხვა. მისი გავლენის შემცირების ღონისძიება ბაფთის გულდასმით დაბერტყვა;

7. ბაფთის ჩალუნვითა და აღუნვით გამოწვეული σ_3 შეცდომა. პირველი წყარო შედგება ტაფობის ან ლეუს გადაქვეით ხაზის გაზომვის; აქ საჭიროა ერთ-ორ ადგილას ბაფთას შევეყენოთ ბიჭგი. მეორე წყარო შედგება ბორცვის, ყორანისა და სხვა ასეთების გადაქვეით ხაზის გაზომვის; აქაც საჭიროა ბაფთის გულმოდგინედ დაჭიმვა. შეცდომის განხილადი წყაროები რელიეფის არასიმშვიდით არის გამოწვეული, რის მიხედვითაც მიღებულია რელიეფის დაყოფა: ვაკე, ტალღისებრი და უსწორმასწორო სახეებად. ცდებით დადგენილია, რომ, თუ ჩალუნვის ან აღუნვის ისარი არ გადასცდა 10—15 სმ. შეცდომის განხილადი წყაროები მხედველობაში არ მიიღება;

8. ნიადაგის ხასიათით გამოწვეული σ_3 შეცდომები, რომლებიც შედგება ნიადაგზე ბაფთის ხახუნისა. ტენიანობის შესაბამისად ამ ხახუნის დასაძლევად სხვადასხვა ნიადაგი ბაფთის დაჭიმვის სხვადასხვა ძალას მოითხოვს;

9. ბაფთის ბოლოების ადგილზე ფიქსირების, ანუ გამოსავალი წერტილების ადგილზე ფიქსირების Δ_{10} შეცდომები. ეს შეცდომები მეტად საყურადღებოა იმით, რომ 2 მმ სიზუსტით ბაფთის ბოლოების ფიქსირება ზუსტი საშუალებებითაც კი ძნელია, მით უმეტეს მაშინ, როცა ვაყენებთ ჩხირებს. ამიტომ ჩხირები ადგილზე უნდა იქნეს ზუსტად შევუღად დასმული და არ დაეუშვათ მათი ოდნავი გადახრა სელის წინ ან უკან. ამ შეცდომას აქვს შემთხვევითი ხასიათი, ასე რომ, იგი მრავალგანაზომის შედეგად ნაწილობრივ ურთიერთ კომპენსირდება;

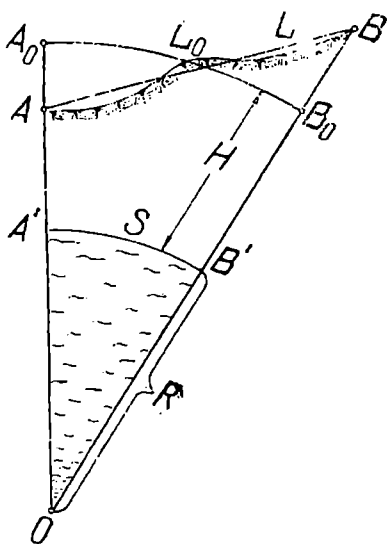
10. ბაფთაზე ანათვლის ალების Δ_9 შეცდომა, რომელიც ხაზის მხოლოდ ერთჯერ გაზომვის დროს მიიღება. 100 მეტრზე ნაკლები ხაზების გაზომვისას 1 სმ შეცდომა, რაც იშვიათად დასაშვებია, იწვევს ამ წყაროს სიზუსტეს 1 : 10000, ანუ მეტრს, ვიდრე ეს მისაღებია ათიდან ერთ-ერთ წყაროზე. ეს ოდენობაც კომპენსირდება იმით, რომ მოკლე მანძილებზე სხვა სახის სისტემატური შეცდომები მცირე ოდენობებისაა.

დ. ბაფთით ხაზის განაზომების დაშუაება

ხაზის ორჯერ განაზომთა (22) ფორმულით გამონათვლებს შორის სხვაობა თუ არ გადასცილდა დასაშვებ ოდენობას, ხაზის სიგრძედ ვიღებთ საშუალო არითმეტიკულს. მაგალითად, (8) სქემის მიხედვით $AB=449,67$ მ და $BC=331,51$ მ. ცხადია, მიღებული შედეგები არ შეიძლება ჩაითვალოს მონაკვეთების საბოლოო სიგრძედ, რადგანაც ვგულისხმობდით, რომ ბაფთის ნამდვილი სიგრძე ტოლია მისი ნომინალური სიგრძისა და ამავე დროს გაზომვების პროცესში ეს სიგრძე იყო თითქმის უცვლელი. სინამდვილეში ბაფთის ნამდვილი სიგრძე განსხვავდება მისი ნომინალური სიგრძისაგან და აგრეთვე ხაზის გაზომვის პროცესში ეს სიგრძე იცვლება ტემპერატურისა და დაჭიმუბის ცვალებადობის გამო. მაშასადამე, საჭიროა განაზომი ხაზი შესწორდეს წინა მუხლში ჩამოთვლილი პირველი სამი სახის შეცდომისაგან.

გარდა ზემოაღნიშნულისა, საჭიროა გავითვალისწინოთ ისიც, რომ გეოდეზიური საყრდენი პუნქტების ქსელი გამოსახული უნდა იქნეს სიბრტყეზე გაუსის პროექციებში, რის გამოც განაზომები უნდა იყოს დაგეგმილებული სიბრტყეზე გაუსის პროექციებში. ეს დაგეგმილება საჭიროა მოხდეს შემდეგ

სახის სამი თანამდებრობით (ნახ. 19): პირველ რიგში $AB=L$ განაზომ უმოკლეს მანძილს გადაიტანენ ამ ხაზის საშუალო პორიზონტულ სიბრტყეზე



ნახ. 7.2.2.19.

$A_0B_0=L_0$ ქვედებულის სახით; შემდეგ L_0 ქვედებულს აგვეგმილებენ ღონებრივ ზედაპირზე (სფეროიდზე ან სფეროზე) $A'B'=S$ გეოდეზიური ხაზის სახით და ბოლოს საზღვრავენ ΔS რელექციას (შესწორებას) S სიგრძეში გაუსის პროექციაზე გადასვლასთან დაკავშირებით.

დავასკვნით, რომ ბაფთის ადგილზე ხაზის განაზომის დამუშავებისათვის საჭიროა გამოთვლილ იქნეს შესწორებები:

1. ბაფთის კომპარირების, ტემპერატურისა და დაჭიმვის;

2. ხაზის დაგეგმილება მისი საშუალო ნიშნულის ღონებრივ სიბრტყეზე;

3. ხაზის ქვედებულის ღონებრივ ზედაპირზე დასაყვანად;

4. ღონებრივი ზედაპირიდან ხაზის გაუსის პროექციებში გამოსახვისათვის.

1. ხაზის განაზომის შესწორება ბაფთის კომპარირებისა და დაჭიმვის შესწორების შესაბამისად

დასმული ამოცანის ამოხსნა შეიძლება სამუშაო ბაფთის (15) განტოლების გამოყენებით, რომლის მარჯვენა ნაწილის უკანასკნელი სამი წევრის ალგებრული ჯამი აღვნიშნოთ Δl სიმბოლოთი, რაც გამოსახავს $l_0 = 20$ მეტრიანი ნომინალური ბაფთის შესწორების სიდიდეს.

ამ ბაფთით გაზომილი ხაზის ერთ ნომინალურ მეტრზე შესწორების სიდიდე კი იქნება:

$$\Delta l_{1\text{მ}} = \frac{\Delta l_0}{20\text{მ}}, \quad (7.2.2.24)$$

ხოლო ამ ბაფთით გაზომილი L' ხაზის შესწორება

$$\Delta L = L' \Delta l_{1\text{მ}}. \quad (7.2.2.25)$$

ხაზის განაზომის საბოლოო ოდენობა კომპარირების, ტემპერატურისა და ჰუმიდობის მხედველობაში მიღებით იქნება:

$$L = L' + \Delta L = L' + L' \Delta l_a. \quad (7.2.2.26)$$

ΔL - ის ნიშანი დამოკიდებულია Δl - ის ნიშანზე. მაგალითად, როცა Δl დადებითია, ანუ, როცა სამუშაო ბაფთის l_3 სიგრძე მეტია ნომინალურ l_0 სიგრძეზე, ხაზის განაზომი უნდა გაიზარდოს ΔL ოდენობით, ხოლო, როცა Δl უარყოფითია, ანუ, როცა სამუშაო ბაფთის l_3 სიგრძე ნაკლებია მის ნომინალურ l_0 სიგრძეზე, ხაზის განაზომი უნდა შემცირდეს ΔL ოდენობით.

(8) სქემის მიხედვით ხაზის AB მონაკვეთის განაზომი $L' = 449,67$ მ. ხოლო (7) მაგალითიდან ვიცით, რომ $\Delta l = +0,004$ მ ანუ (24) ტოლობის შესაბამისად განაზომი ხაზის ერთ ნომინალურ მეტრზე შესწორება იქნება:

$$\Delta l_a = \frac{+0,004 \text{ მ}}{20 \text{ მ}} = +0,0002 \text{ მ.}$$

მაშასადამე, (26) დამოკიდებულების მიხედვით AB მონაკვეთის განაზომის საბოლოო ოდენობა კომპარირების, ტემპერატურისა და ჰუმიდობის მხედველობაში მიღებით იქნება

$$L_1 = 449,67 + 450 \cdot 0,0002 = 449,76 \text{ მ.}$$

ასევე, BC მონაკვეთის ნამდვილი სიგრძე იქნება:

$$L_2 = 331,51 \text{ მ} + 330 \cdot 0,0002 = 331,58 \text{ მ.}$$

დავადგინოთ სამივე კომპონენტისაგან ბაფთის შესწორების უგულებელსაყოფი ოდენობა.

საერთოდ შესწორებას უგულებელყოფთ, თუ მისი ოდენობა ნაკლები იქნება ხაზის გაზომვის დასაშვებ შეცდომაზე. მაშასადამე, (24) ტოლობის მხედველობაში მიღებით დაცული უნდა იყოს განტოლება:

$$\frac{\Delta l_{\Sigma}}{l_0} = \frac{1}{M}, \quad (7.2.2.27)$$

სადაც Δl_{Σ} არის ბაფთის სიგრძეზე კომპარირების, ტემპერატურისა და ჰუმიდობის ერთობლივი გავლენის ოდენობა, რომელიც შეიძლება მხედველობაში არ მივიღოთ;

l_0 — ბაფთის ნომინალური სიგრძე, რის შესაბამისად მივიღეთ ხაზის L' სიგრძე;

$\frac{1}{M}$ — ხაზის გაზომვის დასაშვები სიზუსტე.

(1) ცხრილის შესაბამისად (27) ფორმულით გამოითვლება Δl_{Σ} ოდენობა, რომელიც ხაზის გაზომვის დროს შეიძლება არ მივიღოთ მხედველობაში. მაგალითად, თუ მოთხოვნილია ხაზის გაზომვა 1:2000 სიზუსტით, მაშინ 20-მეტრიანი ბაფთისათვის (27) ტოლობას ზემოხსენებული ათი წყაროდან სამი წყაროს შესაბამისად ტოლი გავლენის პრინციპის მიხედვით დავწერთ:

$$\Delta l_{\Sigma} = \frac{1 \times 0,3}{2000} \cdot 20 = 0,003 \text{ მ} = 3 \text{ მმ;}$$

24-მეტრიანი ბაფთისათვის იქნება:

$$\Delta l_{\text{ბლ}} = \frac{1 \times 0,3}{2000} \cdot 24 = 0,004 \text{ მ} = 4 \text{ მმ.}$$

მაშასადამე, ხაზის გაზომვის დროს მოთხოვნილი 1:2000 სიზუსტის შესაბამისად გარკვეულ ტემპერატურასა და დაჭიმვაზე ბაფთის ჰუმპარიტ და ნომინალურ სიგრძეებს შორის სხვაობას პირველ და მეორე შემთხვევაში მხედველობაში არ ვიღებთ ± 3 მმ და ± 4 მმ.

როდესაც მოთხოვნილია ხაზის გაზომვის სიზუსტე 1:10000, მაშინ 20-მეტრიანი ბაფთისათვის

$$\Delta l_{\text{ბლ}} = \frac{1 \times 0,3}{10000} \cdot 20 = 0,6 \text{ მმ,}$$

ხოლო 24-მეტრიანისათვის

$$\Delta l_{\text{ბლ}} = \frac{1 \times 0,3}{10000} \cdot 24 = 0,7 \text{ მმ.}$$

განესაზღვროთ ბაფთით ხაზის გაზომვის დროს ტემპერატურასა და მისი კომპარირების ტემპერატურას შორის უგულველსაყოფი სხვაობის ოდენობა. როგორც ვიცით (15) განტოლებაში ბაფთის სრული შესწორება არის:

$$\Delta l = \varepsilon_l + l_0 \alpha (t - 20^\circ) + c (p - p_0),$$

სადაც ε_l არის ნორმალურ ტემპერატურასა (20°) და დაჭიმვაზე (10 კგ) ბაფთის დამზადების ტექნოლოგიის გამო მის ფაქტობრივ სიგრძესა და ნომინალურ l_0 სიგრძეს შორის სხვაობა;

$l_0 \alpha (t - 20^\circ) = \varepsilon_t$ — ბაფთის სიგრძის შეცვლის გამომსახველი განტოლება, რომელიც გამოწვეულია ხაზის გაზომვის ტემპერატურის t ოდენობისა და ბაფთის კომპარირების ტემპერატურის (20°) სხვაობით;

$c (p - p_0) = \varepsilon_p$ — ბაფთის სიგრძის შეცვლის გამომსახველი განტოლება, რომელიც გამოწვეულია ხაზის გაზომვის დროს ბაფთის p დაჭიმვისა და მისი კომპარირების დროს $p_0 = 10$ კგ დაჭიმვის სხვაობით.

ბაფთის ტემპერატურული შესწორების ფარდობითი ოდენობა იქნება:

$$\frac{\varepsilon_t}{l_0} = \alpha (t - 20^\circ), \quad (7.2.2.28)$$

სადაც $\alpha = 0,0000125 = 1:80000$.

ვთქვათ, მოთხოვნილია ხაზის გაზომვის სიზუსტე 1:2000, მაშინ ტოლი გავლენის პრინციპის მიხედვით განხილადი შემთხვევების დროს მოითხოვება სიზუსტე 1:20000, ე. ო.

$$\frac{\varepsilon_t}{l_0} = \frac{1}{20000} = \frac{1}{80000} (t - 20^\circ),$$

$$t - 20^{\circ} = \frac{80\,000}{20\,000} = 4^{\circ}.$$

მაშასადამე, 1 : 2000 სიზუსტით ხაზის გაზომვის დროის ტემპერატურასა და ბაფთის კომპარირების ტემპერატურას შორის 4° სხვაობა შეიძლება მხედველობაში არ მივიღოთ.

რაც შეეხება დაკვირვის შესწორებას, (16) და (18) განტოლებების შესაბამისად მიღებულია დასკვნა იმის შესახებ, რომ ხაზის გაზომვისას ფაქტობრივ და კომპარირების დროს დაკვირვებს შორის განსხვავება ± 5 კგ უგულებელსაყოფია, რაც იშვიათად ხდება დინამომეტრით ბაფთის დაკვირვის დროს.

II. ხაზის დაგვიგნის მისი საშუალო ნიშნული ღრუბერივი ხიბრათევი

აქ იგულისხმება (19) ნახაზის მიხედვით AB ხაზის A_0B_0 ქვედებულის გამოთვლა, რის შესახებ 2.3.3.4 ნახაზისა და 2.3.3.1 განტოლებების შესაბამისად (20) ნახაზის მიხედვით ზოგადად დაიწერება L_0 ქვედებულის გამოსათვლელი ფორმულა:

$$L_0 = L \cdot \cos \nu, \quad (7.2.2.29)$$

სადაც L არის ბაფთით გაზომილი არა ერთ დონეზე მდებარე ორ A და B წერტილს შორის უმოკლესი მანძილი;

ν არის L დახრილი წრფის მიერ თავის L_0 ქვედებულთან დახრის კუთხე.

(20) ნახაზის შესაბამისად შეიძლება A და B წერტილებს

შორის h აღმატების ანუ ფარდობითი სიმაღლის განსაზღვრა:

$$h = L \sin \nu. \quad (7.2.2.30)$$

(29) და (30) განტოლებების ამოხსნით ტრიგონომეტრიული ფუნქციების ნატურალური ცხრილებისა და არიფმომეტრის საშუალებით სწრაფად შეიძლება განისაზღვროს L_0 ქვედებულისა და h აღმატების ოდენობა.

ახლა გამოვიკვლიოთ დახრის კუთხის ან აღმატების ის ზღვრული ოდენობა, რომლის ქვევით დახრის კუთხის ან აღმატების ოდენობა არ მიიღება ბეხედველობაში. ამისათვის განვსაზღვროთ გაზომილი დახრილი $\epsilon_{\nu} = L - L_0$ შესწორება, რომელსაც ეწოდება დახრილი ხაზის კორიკონტზე მიყვანა (ნახ. 20), რადგანაც მისი ოდენობა უნდა გამოაკლდეს გაზომილ L მანძილს, რომ მივიღოთ საძებნი L_0 ქვედებული. მაშასადამე,

$$\epsilon_{\nu} = L - L_0 = L - L \cos \nu = 2L \sin^2 \frac{\nu}{2}. \quad (7.2.2.31)$$

როდესაც გაზომილია L დაბრძოლი ხაზი და h აღმატება, მაშინ

$$L_0 = (L^2 - h^2)^{\frac{1}{2}}, \quad (7.2.2.32)$$

ხოლო, ხაზის პორიზონტზე მიყვანა

$$\begin{aligned} \varepsilon_v &= L - L_0 = L - (L^2 - h^2)^{\frac{1}{2}} = L - L \left(1 - \frac{h^2}{L^2}\right)^{\frac{1}{2}} \approx \\ &\approx L - L \left(1 - \frac{h^2}{2L^2}\right) = \frac{h^2}{2L}. \end{aligned} \quad (7.2.2.33)$$

ვთქვათ, ხაზის გაზომვის მოთხოვნილი სიზუსტეა $1 : M$, მაშინ, ვგულისხმობთ რა დახრის კუთხეს მცირე ოდენობისას, (31) დამოკიდებულება შეიძლება ასე დაიწეროს:

$$\varepsilon_v = 2L \frac{v^2}{4\rho^2} = L \frac{v^2}{2\rho^2}.$$

სიზუსტე კი ასე გამოისახება:

$$\frac{\varepsilon_v}{L} = \frac{v^2}{2\rho^2}, \quad (a)$$

რომლის ოდენობა გავუტოლოთ მოთხოვნილ სიზუსტეს, ე. ი.

$$\frac{1}{M} = \frac{v^2}{2\rho^2},$$

საიდანაც

$$v^2 = \frac{2\rho^2}{M}. \quad (7.2.2.34)$$

ვთქვათ, $M = 2000$, მაშინ $v \approx 1^\circ, 8$.

მაშასადამე, თუ ბაფთით ხაზის გაზომვის მოთხოვნილი სიზუსტეა $1 : 2000$, მაშინ დაახლოებით 2° ხაზის დახრის კუთხეს უგულვებელყავით, როცა მოთხოვნილი სიზუსტე $1 : 10000$, მაშინ (34) განტოლებაში უგულვებელსაყოფი კუთხე იქნება:

$$v \approx 1^\circ.$$

უგულვებელსაყოფი აღმატების გამოსათვლელად (34) განტოლების მიხედვით სიზუსტე დაიწერება ასე:

$$\frac{\varepsilon_h}{L} = \frac{h^2}{2L^2} = \frac{1}{M},$$

ანუ

$$h^2 = \frac{2L^2}{M}. \quad (7.2.2.35)$$

ვთქვათ, $L = 100$ მეტრი და $M = 10000$, მაშინ

$$h^2 = \frac{2 \cdot 100^2}{10000} \approx 2 \text{ მ}, \quad h \approx 1,4 \text{ მ}.$$

ხოლო, როცა $M = 1000,000$, მაშინ $h \approx 1,4$ სმ.

ე. ი. 1:1000000 მასშტაბი 100 მეტრის სიგრძის ხაზის შესწორება დახრილობისათვის არ მიიღება, თუ აღმატება ნაკლებია 1,4 სმ-ზე.

ჩვეულებრივ, დახრის კუთხე იზომება თეოდოლიტით, ხოლო α აღმატება—გეომეტრიული ნიველობით.

დაბალი სიზუსტის ბაფთით ხაზის გაზომვების დროს დახრის კუთხე შეიძლება გაიზომოს ეკლიმეტრით.

მართლაც, თუ ავიღებთ (31) განტოლების დიფერენციალს v -თი, მივიღებთ:

$$d\epsilon_v = 2L \sin \frac{v}{2} \cos \frac{v}{2} \frac{dv}{2},$$

ანუ

$$d\epsilon_v = L \sin v dv; \quad (7.2.2.36)$$

ხოლო, თუ დახრის კუთხის dv დიფერენციალს რადიანებში გამოვსახავთ, ლავეწერთ:

$$d\epsilon_v = L \sin v \frac{(dv)'}{\rho'},$$

საიდანაც

$$(dv)' = \frac{\rho'}{L} \frac{1}{\sin v} d\epsilon_v. \quad (7.2.2.37)$$

$(dv)'$ -ში უნდა ვიგულისხმოთ დახრის კუთხის ის შეცდომა, რომელიც შეესაბამება $d\epsilon_v$ პორიზონტზე მიყვანის შეცდომას.

როგორც ცნობილია, განივი მასშტაბით მუშაობის დროს 1:1000 მასშტაბის ზღვრული სიზუსტეა 1 სმ, ე. ი. შეიძლება $d\epsilon_v$ გავუტოლოთ 1 სმ. თუ ავიღებთ $L=20$ მ და $v \approx 15^\circ$, მაშინ (37) განტოლების ამოხსნით $(dv)' \approx \approx 6'$, რასაც შეესაბამება ბრადისის ეკლიმეტრით კუთხის გაზომვის შეცდომა. მაშასადამე, დაბალი სიზუსტით ბაფთით ხაზის გაზომვის დროს დახრის კუთხის გასაზომად შეიძლება გამოვიყენოთ ეკლიმეტრი.

III. ხაზის ძველმეზულის ძირითად ღონებრივ ზედაპირზე დაზვანა

(19) ნახაზის შესაბამისად $L=AB$ არის გაზომილი ხაზი; $L_0=A_0B_0$ კი არის ამ ხაზის ქვედებული მის საშუალო ღონებრივ სიბრტყეზე; $S=A'B'$ არის L_0 ქვედებულის პროექცია ძირითად ან რომელიმე ფუტშტოკის ღონებრივ ზედაპირზე; H —ხაზის საშუალო ღონებრივი ზედაპირის სიმაღლე ძირითადი ან რომელიმე ფუტშტოკის ღონებრივი ზედაპირიდან; R —ღეღამიწის რადიუსი.

(19) ნახაზის მიხედვით:

$$S = L_0 \frac{R}{R+H} = L_0 \left(1 - \frac{H}{R} + \frac{H^2}{R^2} - \dots \right).$$

$\frac{H}{R}$ სიმცირის გამო ლავეწერთ

$$S = L_0 \left(1 - \frac{H}{R} \right). \quad (7.2.2.38)$$

დონებრივ ზედაპირზე ქვედებულის დასაყვანი შესწორება ε_H კი გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$\varepsilon_H = S - L_0 = -L_0 \frac{H}{R}. \quad (7.2.2.39)$$

ამ განტოლებით ε_H შესწორების გამოთვლისას საკმარისი სიზუსტით L_0 ქვედებულის ნაცვლად შეიძლება ვისარგებლოთ L გაზომილი სიგრძით. (39) განტოლებაში მიღებული დაშვებისა და მასში H , L , R სიდიდეების კილომეტრებში შეტანის შედეგად და აგრეთვე თუ მივიღებთ, რომ $R \approx 6400$ კმ, გაზომილი ხაზების დონებრივ ზედაპირზე დაყვანისათვის შესწორება ε_H მიიღება მეტრებში შემდეგი საშუალო ფორმულით:

$$\varepsilon_H (მ) = -0,157H (კმ) \cdot L (კმ). \quad (7.2.2.40)$$

ვთქვათ $H \approx 1$ კმ; $L = 0,5$ კმ, მაშინ $\varepsilon_H \approx -0,078$ მ. ცხადია, აღნიშნული შესწორება იქნება დადებითი ნიშნით, თუ H სიმაღლე იქნება უარყოფითი.

ახლა დავადგინოთ H სიმაღლის ოდენობა, რომლის ქვემოთ საჭირო არ იქნება ε_H შესწორების შეტანა გაზომილ ხაზში დონებრივ სიმაღლეზე დაყვანისათვის.

(39) დამოკიდებულებიდან ნიშნის უგულებელყოფით დავწერთ სიზუსტის ოდენობას

$$\frac{\varepsilon_H}{L_0} = \frac{H}{R},$$

რომელსაც ვაკუტოლებთ მოთხოვნილ სიზუსტეს:

$$\frac{H}{R} = \frac{1}{M}. \quad (7.2.2.41)$$

ვთქვათ, მოთხოვნილია ხაზის გაზომვის სიზუსტე 1 : 10000, მაშინ

$$H = \frac{6\,400\,000}{10\,000} \approx 600 \text{ მ},$$

რაც იმას ნიშნავს, რომ, თუ ხაზის გაზომვა შესრულებულია ძირითადი დონებრივი ზედაპირიდან ექვსას მეტრზე ნაკლებ სიმაღლეზე, საჭირო არ არის ε_H შესწორების მხედველობაში მიღება და L გაზომილი ხაზის L_0 ქვედებული დარჩება შესწორების გარეშე.

IV. ძირითადი დონეპირივი ზედაპირიდან ხაზის დაშვანა სიზუსტეში გაზომვის პროცესში

როგორც ცნობილია, გაუსის პროექციებში ΔS შესწორება, ანუ რედუქცია, სფერული ზედაპირიდან სიბრტყეზე გეოდეზიური S ხაზის გამოსახვისათვის გამოითვლება (2.5.4.14) ფორმულით, რომელიც აქ მიღებული აღნიშვნებით ასე დაიწერება:

$$\varepsilon_S = S \frac{y_0^2}{2R_0^2}, \quad (7.2.2.42)$$

სადაც y_0 არის გადასატანი ხაზის საშუალო წერტილის ორდინატა;

R_0 — დედამიწის საუკეთესოდ შერჩეული რადიუსი;

S — გეოდეზიური ხაზი (დონებრივ ზედაპირზე დაგეგმილებული უმოკლესი ხაზი ორ წერტილს შორის).

განხილადი შესწორების გამოთვლას აწარმოებენ საგანგებო ცხრილით (იხ. 2.5.4 პარაგრაფი). მაგალითად, როცა $S=1338,0$ მ და $y_0=228$ კმ, (2.5.4.1) ცხრილის გამოყენებით $\Delta S = \epsilon_S \approx 0,9$ მ, ე. ი. სიბრტყეზე ხაზის სიგრძე $d=1338,9$ მ. როგორც ცნობილია, განხილად შესწორებას მუდამ დადებითი ნიშანი აქვს.

ახლა დავადგინოთ y_0 ზღვრული ოდენობა, მასზე ნაკლები მნიშვნელობისათვის ϵ_S შესწორებას მხედველობაში არ მივიღებთ. ამისათვის მივმართოთ (42) განტოლებას და დავაკავშიროთ ხაზის გაზომვის მოთხოვნილ სიზუსტესთან:

$$\frac{\epsilon_S}{S} = \frac{y_0^2}{2R_0^2} = \frac{1}{M}, \quad (7.2.2.43)$$

საიდანაც

$$y_0 = \left(\frac{2R_0^2}{M} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (7.2.2.44)$$

ეთქვათ. ხაზის გაზომვის მოთხოვნილი სიზუსტეა 1 10000, მაშინ

$$y_0 = \left(\frac{2 \cdot 6370 \cdot 6370}{10000} \right)^{\frac{1}{2}} = 63,7\sqrt{2} \approx 90 \text{ კმ.}$$

მაშასადამე, გაზომილი ხაზის დაყვანა სიბრტყეზე გაუსის პროექციებში საჭირო არ არის, თუ იგი ღერძი მერიდიანიდან დაშორებულია 90 კმ ნაკლები მანძილით.

ზოგადი დასკვნა. განხილული მუხლებიდან გამომდინარეობს, რომ კომპარირების ტემპერატურისა და დაჭიმვის ერთობლივი გავლენის გათვალისწინება შესწორების სახით ხდება ცალკე ნებისმიერი ბაფთით განაზომ ხაზში და ისაზღვრება გაზომილი ხაზის უაღბათესი L ოდენობა. ეს უკანასკნელი კი შესწორდება ხაზის დახრილობისათვის (ϵ_v), დონებრივ ზედაპირზე დაგეგმილებისათვის (ϵ_H) და გაუსის პროექციებში სიბრტყეზე გადატანისათვის (ϵ_S). მაშასადამე, გაუსის პროექციებში ხაზის საბოლოო სიგრძე იქნება ზემოხსენებული ოდენობების ალგებრული ჯამი:

$$d = L + \epsilon_v + \epsilon_H + \epsilon_S. \quad (7.2.2.45)$$

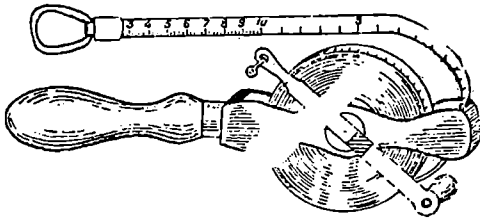
ხაზის მონაკვეთი $AB=449,76$ მ; მისი დახრის კუთხე $v_1=+10^{\circ}20'$; $BC=331,58$ მ; დახრის კუთხე $v_2=+1^{\circ}30'$. ამ შემთხვევაში (41) და (44) დამოკიდებულებების მიხედვით ϵ_H და ϵ_S შესწორებები სიმცირის გამო მხედველობაში არ მიიღება მაშასადამე. (45) ტოლობის შესაბამისად:

$$d = 449,76 \cdot 0,98 + 331,58 = 776,34 \text{ მ.}$$

ბ. საზომი რულები

წარმოებაში ზონარისა და ფოლადის რულებებს იყენებენ წვლილადების აგეგმვისა და მოკლე მანძილების დაკვალვის დროს. ზონარის რულები წარმოადგენს ტილოს ვიწრო ზოლს, რომელიც დაყოფილია მეტრებად, დეციმეტრებად, სანტიმეტრებად და ზოგჯერ მილიმეტრებადაც. მისი სიგრძე, ჩვეულებრივ, მიღებულია 10—20 მეტრი. ზონარი ინახება ტყავის ან ცელულოიდის მრგვალ ბუდეში, რომელსაც შუაში ჩასმული აქვს მბრუნავი ღერძი ტარით: ზონარის ერთი ბოლო დამაგრებულია აღნიშნულ ღერძზე და შენახვის დროს იგი დახვეულია მასზე, მეორე ბოლო ბუდის გარეთ არის. მუშაობის დაწყებისას მეორე ბოლოს გამოწვევით ზონარი გამოიწვევა ბუდიდან გარეთ და გამოყენების შემდეგ კი ისევ შუა ბუდეში და დახვეულია ღერძს. სიმაგრისათვის თანამედროვე ზონარის რულებებს ამზადებენ ზეთში გამოხარშული ტილოს ორი ურთიერთშეწყებებული ზოლისაგან, რომელთა შორის ჩასმულია თითბრის რამდენიმე წმინდა მავთული. ასეთი საზომის გამოყენება ადვილი და ნაყოფიერია, მხოლოდ დაქიმვის დროს იგი ადვილად გრძელდება და ზიანდება კიდევ. ზონარით ხაზის გაზომვის სიზუსტე $\frac{1}{150} \div \frac{1}{200}$ -მდე აღწევს.

ფოლადის რულებს (ნახ. 21) დიდი უპირატესობა აქვს ზონარის რულებთან შედარებით. მათი სიგრძე გვხვდება 5, 10, 20, 25, 30 და 50 მ; განივი კვეთი-



ნახ. 7.2,2,21.

ლობა ბათვასთან შედარებით ნაკლებია და დაახლოებით ტოლია 13×0,2 მმ. რულების ნამდვილი სიგრძე ნომინალურისაგან 5 კგ დაქიმვისა და +20° ტემპერატურის დროს არ უნდა განსხვავდებოდეს 1 მმ-ზე მეტით ყოველ 10 მეტრ სიგრძეზე. რულების ზოლს ამზადებენ ფოლადის ან პლასტმასისაგან. ლითონის ზოლის დანაყოფები, ჩვეულებრივ, სანტიმეტრიანია, მხოლოდ სახელურთან ახლო საწყისი დეციმეტრი დაყოფილია მილიმეტრებად. აღწერილობა ძირითადად იგივეა, რაც ზონარის რულებისა; ბუდესთან მიმაგრებული სახელური და საკეტი (21) ნახაზზე გარკვევით ჩანს და გამოყენებაც ადვილად გასაგებია.

შახტების სიღრმეების გასაზომად იყენებენ საგანგებოდ დამზადებულ ფოლადის რულებს, რომლის სიგრძე 1200 მეტრამდე აღწევს, მისი კვეთილობაა 11×0,4 მმ, ხოლო გაფართოების კოეფიციენტია 11,5×10⁻⁴. იგი ეხვევა საგანგებო კოქაზე, რომელიც ჩამაგრებულია ქოჯგინაში.

საინჟინრო საქმეში ხშირად გამოიყენება საგანგებოდ დამზადებული ფოლადის ან ინვარის ზოლი, რომლის სიგრძეა 100 მეტრი და კვეთილობა 4×0,3 მმ.

აღნიშნული ზოლით დაკიდებულად იზომება ხაზები. მშენებლობებზე გეოდ-
ზიური ამოცანების ამოხსნის დროს ხშირად საჭირო ხდება რულეტის სიგრძე-
ზე ნაკლები სიგრძეების გაზომვები. ამიტომ საჭიროა არა მარტო მთელი სი-
გრძის, ისე როგორც ბაფთის, კომპარირება, არამედ უნდა შემოწმდეს მისი
ყოველი მეტრის სიგრძე. რულეტის ყოველი მეტრის კომპარირება ხდება ჟე-
ნევის საკონტროლო სახაზავით, რომელსაც აქვს 0,02 მმ საფასურისანი დანაყო-
ფები

მაგალითი 7.2.2.7. საჭიროა ჟენევის სახაზავით ფოლადის ხუთმეტ-
რისანი რულეტის ყოველი მეტრის კომპარირება
 $t=21$ ტემპერატურისა და $P=10$ კგ ძალით და-
კიშვის შესაბამისად (სქემა 9). ჟენევის სახაზავის
განტოლებათ:

$$l_0 = 1 \text{ მ} + 0,1 \text{ მმ} + 0,0125 \text{ მმ} (t - 16^\circ) + C(P - P_0). \quad (7.2.2.46)$$

მაშასადამე, $t_0 = 16^\circ$ და $P_0 = 10$ კგ ძალით დაკიშვის დროს მისი სიგრძე

$$l_0 = 1 \text{ მ} + 0,1 \text{ მმ}. \quad (7.2.2.47)$$

რულეტის ყოველი მეტრის კომპარირების შესაბამისი სიგრძე გამოისახება
ტოლობით:

$$l_n = l_0 + (v - u), \quad (7.2.2.48)$$

სადაც v და u არის ჟენევის სახაზავის წინა და უკანა სკალებზე ანათვლები.

სქემა 9 (7.2.2.9)

რულეტის მეტრების №№	l_0	ანათვლები ჟენევის სახაზავზე		$(v - u)$ მმ ($21^\circ - 16^\circ$) 0,0125 მმ		რულეტის ყოველი ერთი მეტრის სიგრძე	ინტერვალის სიგრძის შეწორება	
		v მმ	u მმ	ინტერვალის	შეწორება, მმ			
1	1 მ + 0,1 მმ	0,8	0,2	+0,6	+0,06	1 მ + 0,976 მმ	0-1	+0,8
2	1 მ + 0,1 მმ	0,3	0,3	0,0	+0,06	1 მ + 0,16 მმ	0-2	+0,9
3	1 მ + 0,1 მმ	0,0	0,2	-0,2	+0,06	1 მ - 0,04 მმ	0-3	+0,9
4	1 მ + 0,1 მმ	0,3	0,2	+0,1	+0,06	1 მ + 0,26 მმ	0-4	+1,1
	1 მ + 0,1 მმ	1,3	0,4	+0,9	+0,06	1 მ + 1,06 მმ	0-5	+2,2

7. 2. 8. პირლაპირი (მეჰანიკური) ხარხით ხაზების გასაზომი უდიდესი სიზუსტის ინსტრუმენტები და ხელსაწყოები

უდიდესი სიზუსტით უშუალოდ ხაზების გაზომვის დროს განსაკუთრებუ-
ლი ყურადღება ექცევა წინა პარაგრაფში მოყვანილ ფაქტორებს, როგორცაა:

1. გასაზომი ხაზის ბოლო წერტილების ადგილზე ზუსტად დანიშნვა და
დროის გარკვეულ პერიოდში მისი სიგრძის უცვლელობა;

2. ხაზის გაზომვის დროს მხედველობაში მიიღება საზომის სიგრძის მცირედი ცვალებადობა რისთვისაც საჭიროა ტემპერატურის დაკვირვების, ტენიანობის, განათებულობის, ჰაერის მოძრაობისა და სხვათა ცვალებადობით გამოწვეული ფაქტორების გავლენის ზუსტი აღრიცხვა, აგრეთვე საჭიროა უაღრესად ზუსტად საზომის ხაზის გასწვრივობაში გადაღება და ადგილზე მისი ბოლოების ფიქსირება.

ზემოაღნიშნული პირობების დაცვა დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორ მოვაწყობთ ხაზის გაზომვის ორგანიზაციას ისე, რომ შესაძლებლობა გვქონდეს ყველა ფაქტორის ზუსტად აღრიცხვისა.

განხილავი ხერხით მაღალი სიზუსტის ხაზების გაზომვა ჩვენში სრულდება ფოლადისა და ინვარის სხვადასხვა სიგრძის ბაფთებითა და მავთულებით.

როგორც ცნობილია, ხაზის გაზომვა შეიძლება მის გასწვრივ საზომის უშუალოდ მიწაზე ან ჰაერში (დაკიდებულად) დაკვირვებით.

შედარებით ზუსტ შედეგს აღწევენ მეორე მეთოდით, რადგანაც ამ შემთხვევაში უფრო სრულყოფილად აღირიცხება განაზომებზე მოქმედი ზემოაღნიშნული ფაქტორების ცვალებადობა.

ქარის მიზეზით გამოწვეული ბაფთის დიდი ვიბრაცია ხელის შემშლელია ხაზების დაკიდებულად გაზომვის დროს, მაგრამ იმის გამო, რომ მისი გრეხა უმნიშვნელოა, გატეხა ნაკლებად მოსალოდნელია და ადვილად ხდება მისი დახვევა კირკალზე. ბაფთა მნიშვნელოვნად გამოიყენება დაკიდებულად ხაზების გაზომვის დროს. მათი სიგრძეა 20, 24, 48, 50 მეტრი, სიგანე კი 6—7 მმ და უმაჯრესად მზადდება ფოლადისაგან, რომლის გაფართოების კოეფიციენტია $12,5 \times 10^{-6}$.

ფოლადის საზომებთან შედარებით უპირატესობა აქვთ ინვარის მავთულებს, რომელთა სიგრძეა 24, 48, 96 და 170 მეტრი. ხაზების გაზომვისათვის უმაჯრესად იყენებენ 24 მეტრი სიგრძისა და 1,65 მმ დიამეტრის მავთულებს.

ინვარი (ფრანგულად—უცველი) წარმოადგენს 34% ნიკელსა და 64% ფოლადის შენადნობს. საბჭოთა კავშირში მრავალი ტიპის შედეგად მიღებულია ინვარის შენადნობი, რომლის გაფართოების კოეფიციენტია $0,5 \times 10^{-6}$ და შიგა სტრუქტურული ცვალებადობით გამოწვეული სიგრძის შეცვლა წელიწადში არ აღემატება 2 მიკრონს ერთ მეტრზე.

მავთულის ორივე ბოლოში მიღებულია მილიმეტრებიანი 8—10 სანტიმეტრი სიგრძის სკალა, რომლის საზომი წიბო წარმოადგენს მავთულის ღერძის გაგრძელებას, რის გამო ასეთი მავთულებით ადვილად იზომება $24 \text{ მ.} \pm 5 \text{ სმ}$ სიგრძეები; მავთულებს შენახვისა და ტრანსპორტირების დროს ახვევენ 0, 5 დიამეტრის დორზე.

ინვარის მავთულების თვისებები შემდეგია:

1. სხვა ლითონებთან შედარებით ინვარის გაფართოების კოეფიციენტი 20—30-ჯერ ნაკლებია; ნათელი ფერის გამო იგი სწრაფად იღებს გარემო ტემპერატურას და მისი ტემპერატურა არ გადასცილდება თერმომეტრით გაზომილ გარე ჰაერის ტემპერატურას $\pm 1^\circ$ ფარგლებს, რის გამო საზომის ნამდვილი ტემპერატურის ოდენობა ითვლება უშეცდომოდ განსაზღვრულად;

2. ინვარის აღმომჩენის გილომის დასკვნით ინვარის მავთულები ხასიათდება შიგა სტრუქტურის ცვალებადობით, რის გამო მავთულებში ვლინდება

სიგრძის უწყვეტი და ზოგ შემთხვევაში, მოულოდნელი შეცვლა. ამ მიზეზის მინიმუმამდე დაყვანა შეიძლება მავთულის დამზადების დროს მისი ხელოვნურად დაბერებით. ჩვენში, როგორც აღინიშნა, მიღებულია, რომ სიგრძის შეცვლა არ აღემატებოდეს ერთ მეტრზე 2 მიკრონს წელიწადში; ამიტომ საჭიროა ზუსტი გაზომვების დაწყებამდე და მის შემდეგ საზომების კომპარირება;

ინვარის მავთულები შენახული უნდა იქნეს დოლზე დახვეული ნორმალური ტემპერატურისა და ტენიანობის პირობებში; გადატანის დროს დაცულ უნდა იყოს ნჯღრევისა და დარტყმისაგან; არ უნდა ხდებოდეს ტლანჭი დაკინკვა დოლიდან მავთულის გაშლისა და დოლზე დახვევის, დაზგის ხელსაჯიდ სიმზე მიბმის, ტვირთების ჩამოკიდების, მალიდან მალზე გადატანის დროს და სხვა: არ შეიძლება მავთულზე ხელით შეხება, მიწაზე მისი დაშვება და ან რაიმე საუნების მასზე შეხება მსუბუქადაც კი; დოლზე დახვევის წინ საჭიროა მავთულის გაშრობა სუფთა ტილოთი და ვაზელინის წაცხება; მუშაობას დაწყების წინ კი ვაზელინი უნდა მოვაცილოთ სუფთა ტილოთი; საერთოდ მავთულებზე მომუშავე პირები კარგად უნდა ერკვეოდნენ ინვარის მავთულებით მუშაობის წესრიგში.

ინვარის მავთულების სისტემასა და ხაზების გაზომვისათვის საჭირო მის დამატებით ხელსაწყოებს საერთოდ ეწოდება საბაზისო ხელსაწყო. რომლითაც აღწევენ ხაზის გაზომვას 1:1 000 000 სიზუსტით.

4. საბაზისო ხელსაწყო შევადგინოთ

1. ინვარის მავთულები 4—6 ცალი; 2. ნაშთის გასაზომი ინვარის 6-მეტრიანი რულეტი; 3. მავთულების დასაკინკავი მოწყობილობა: დაზგა და 10 კგ ორი ცალი საწონი; 4. გაზომვის პროცესში საზომების ბოლოების ფიქსირებისათვის სამიზნებლებიანი შტატივები—30—45 ცალი; 5. ბაზისის ბოლოები: ცენტრების დაკიდებულად ხაზის გაზომვის დონეზე გადასატანი ხელსაწყო-ლოტ აპარატი—ორი ცალი; 6. შურდულა თერმომეტრი (პრაშჩა)—ორი ცალი; 7. 1,8 მეტრი სიგრძის ორივე მხარეზე დანაყოფებიანი სანიველო ლარტყა; 8. უბრალო მავთული საზომი მავთულის სიგრძეზე (24 მ ± 1—3 სმ) სამიზნე ბელიანი შტატივების დასაყენებლად;

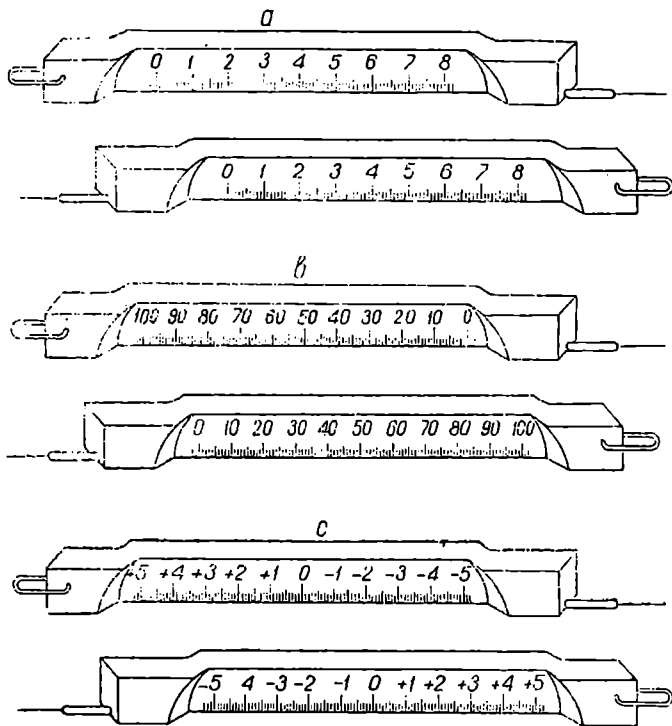
გარდა ზემოჩამოთვლილი ხელსაწყოებისა, ბაზისების (ხაზების) გაზომვის დროს საჭიროა: ნიველირი ჭოგრის $G \geq 30 \times$ გამადიდებლობითა და თარაზონ $\tau = 10'' - 15''$ საფასურით; თეოდოლიტი ჭოგრის $G = 30 \times$ გამადიდებლობით. ინვარის მავთულის ბოლოებში მიღებული სკალის დანაყოფების შეცდომები ± 5—10 მიკრონის ფარგლებშია.

გასაზომი ხაზის ყოველი მალის სიგრძე ისაზღვრება აღნიშნული სკალის ანათვლების მიხედვით, რომელთა წარწერები სამი სახისაა:

1. ორივე სკალის შტრიხებზე წარწერები იზრდება 0—8 მმ მხოლოდ ერთი ნიშარტულებით (ნახ. 1*). სკალის ნულოვან შტრიხებს შორის ნომინალური მანძილია 24 მეტრი, თუ აღნიშნავთ მავთულის წინა სკალაზე ანათვალს წ ასო-

თი და უკანაზე— უ ასოთი, მაშინ მალის l სიგრძე გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$l = 24 \text{ მ} + (\varphi - \psi). \quad (7.2.3.1)$$



ნახ. 7.2.3.1.

ხშირად ანათვალს წინა სკალაზე აღნიშნავენ b ასოთი, ხოლო უკანაზე— a ასოთი.

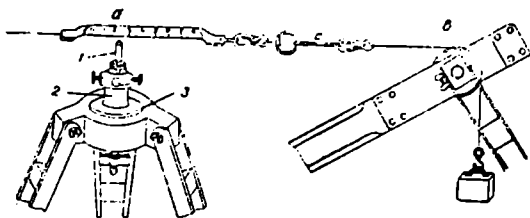
2. სკალაზე წარწერები იზრდება მავთულის ბოლოებისაკენ ურთიერთ საწინააღმდეგო მიმართულებით 0—10 სანტიმეტრამდე (ნახ. 1^ბ). ამ შემთხვევაში

$$l = 24 \text{ მ} + (\varphi + \psi). \quad (7.2.3.2)$$

3. ორივე სკალაზე ნული იმყოფება სკალის შუაში (ნახ. 1^გ), რომელთა ორივე მხარეზე იზრდება წარწერები პლუსი და მინუსი ნიშნების თანხლებით. ამ შემთხვევაში მალის l სიგრძე გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$l = 24 \text{ მ} + [(\pm \varphi) + (\pm \psi)]. \quad (7.2.3.3)$$

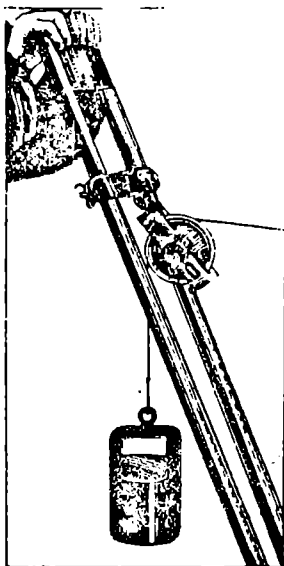
სკალეზიანი საზომებით ერთი და იგივე მალი შეიძლება გაზომილ იქნეს რამდენიმეჯერ, რითაც სრულდება კონტროლი და აგრეთვე მალის უაღბათესი ოდენობის დადგენა. მაგრამ ზოგჯერ სკალეზზე ანათვლები შეიძლება გახდეს



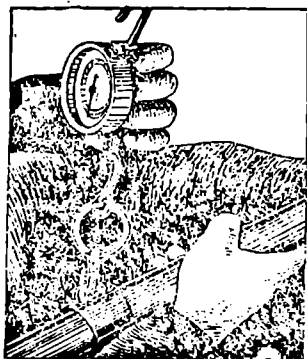
ნახ. 7.2.3.2.

ტლანჭი მარცხის მიზეზი. ამიტომ ხაზების გაზომვების დროს იყენებენ საზომის ბოლოების ფიქსირებისათვის ხის საგანგებო შტატივებს, რომელთაც ზემოთ აქვთ მთელანი (ნახ. 2^ა).

მთელანს ვერტიკალური ღეროთი 1 და ქვედგამით 2 აყენებენ შტატივის თავზე. ამავე დროს აღნიშნული ქვედგამი მრგვალი დისკოს 3 საშუალებით ეყრდნობა შტატივის თავს, ხოლო ქვედა-



ნახ. 7.2.3.3.



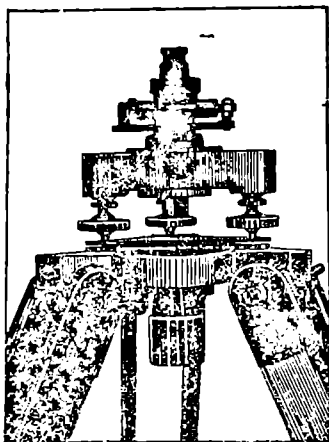
ნახ. 7.2.3.4.

დგამის ხერხემალა ხრახნი გადის შტატივის თავის ნახვრეტში, რომლის დიამეტრი მეტია ხერხემალა ხრახნის დიამეტრზე, რაც გარკვეულ ზღვრებში მთელანის გადაადგილების საშუალებას იძლევა. მთელანის ვერტიკალური ღერძის ბრუნვა და დამაგრება შეიძლება ნებისმიერი მიმართულებით და აგრეთვე ამ ღერძის ვერტიკალურად დაყენება და დამაგრება თავისუფლად შეიძლება გვერდითი ხრახნებით. ღეროს 1 ნახევრად სფერულ ზედაპირზე დატანილია ურთიერთმარ-

თობი ორი შტრიხი, რომელთაგან ერთის მიმართება ყოველთვის გასაზომი ხაზისკენ არის და მეორე კი მის მართობულად, რომელსაც იყენებენ საზომის ბოლოებზე ანათვლების ასაღებად.

საზომის დაჭიმვას ასრულებენ ორ-ორი ცალი საგანგებო მოწყობილობით, რომელთაც დაზგები ეწოდებათ. გამოიყენება კარპანტიესა (ნახ. 2^ბ) და ვიტრამის (ნახ. 3) დაზგები.

უპირატესობა აქვს ვიტრამის დაზგებს, რადგანაც ერთ წერტილზე დაყრდნობის გამო კოჭონაქის თვით ორიენტირება ადვილია. კარპანტიეს დაზგას აქვს სამი საყრდენი წერტილი და ამით ის უფრო ინარჩუნებს მდგრადობას. ორივე ტიპის დაზგას აქვს კოჭონაქი. მასზე გადაკიდებულია ფოლადის წერტილი მავთული, რომლის ერთი ბოლო კარაბინის საშუალებით უერთდება საზომი მავთულის ბოლო *c* კავს, ხოლო მეორე ბოლოზე კიდებენ საწონს (ნახ. 2^ბ). ზოგჯერ საწონების ნაცვლად იყენებენ ზამბარიან დინამომეტრს (ნახ. 4).



ნახ. 7.2.3.5.

ხაზის ბოლოების (ბაზისის პუნქტების) ცენტრის საზომი სკალის სიმაღლეზე ატანა-ფიქსირებისათვის იყენებენ ოპტიკურ ცენტრირს ანუ ლოტაპარატს (ნახ. 5).

აგრეთვე მათი საშუალებით ხდება ხაზის გაზომვების შეწყვეტამდე და შეწყვეტის შემდეგ მიწაში ჩამაგრებული ცენტრის ატანა საბაზისო შტატივის შთელანაზე. ოპტიკური ცენტრირი ანუ ლოტაპარატი უფრო მეტად გვხვდება სწორი (ნახ. 5) და კოგრიით. ოპტიკური ცენტრირის (შვეულის) შემოწმება-გამოყენების შესახებ იხილეთ (6.4.1) პარაგრაფი, აქ მხოლოდ აღვნიშნავთ, რომ ცენტრის ამოტანის შემდეგ ოკულარზე ჩამოეცობა ხუფი, რომელსაც აქვს ურთიერთმართობი შტრიხი, რის შემდეგ იგი გამოიყენება როგორც მთელანა საზომზე ანათვლების ასაღებად.

ლოტაპარატის კოგრის გამადიდებლობაა 4—8^x, ხოლო თარაზობის საფასური 30^რ.

B. კომპარატორები

როგორც ცნობილია, საზომის კომპარირება უნდა შესრულდეს ხაზის გაზომვის დაწყებამდე და მის შემდეგ.

საერთოდ ზუსტი ხაზოვანი გაზომვები ემყარება მეტრის საერთაშორისო პროტოტიპის სიგრძეს. როგორც წესი, მუშა საზომს ადარებენ ნორმალურ საზომს, ხოლო ამ უკანასკნელს ადარებენ № 28 პროტოტიპს. მაშასადამე, ჩვენში № 28 პროტოტიპის სიგრძე საფუძვლად უდევს უდიდესი სიზუსტის ხა-

ზოგან გაზომვებს. აღნიშნულ შედარებას, ანუ ეტალონირებას, ახდენენ კომპარატორზე.

საზომების ეტალონირებისათვის გამოიყენება ორი ტიპის კომპარატორები: ძველი, რომელიც ემყარება მანძილებს შორის მცირე სხვაობის მიკროსკოპ-მიკრომეტრით გაზომვის პრინციპს, და ახალი—ინტერფერენციული, სადაც აღნიშნული მცირე სხვაობები იზომება სინათლის ტალღის სიგრძით.

7. 2. 4. პირველი ტიპის კომპარატორები

ამ ტიპის კომპარატორით საზომის სიგრძეს ადგენენ სიგრძეთა მცირე სხვაობის მიკროსკოპ-მიკრომეტრებით განსაზღვრის გზით. დანიშნულებისა და ეტალონირების სიზუსტის მიხედვით განხილადი კომპარატორები სამი სახისაა:

I. კომპარატორები, რომლებითაც ლაბორატორიულ პირობებში ხდება სხვადასხვა ნორმალური საზომების სიგრძის გამოკვლევა უდიდესი სიზუსტით (აქ შესაძარებლად გამოიყენება № 28 პროტოტიპი);

II. კომპარატორები, რომლებითაც ლაბორატორიულ პირობებში ხდება მუშა საზომების სიგრძის გამოკვლევა (აქ შესაძარებლად გამოიყენება ნორმალური საზომები);

III. კომპარატორები, რომელთა დანიშნულებაა მუშა საზომების კომპარირება სავლე პირობებში: ასეთებია ს ა კ ტ რ ო ლ ბ ა ზ ი ს ე ბ ი და ს ა ვ ე ლ ე კ ო მ პ ა რ ა ტ ო რ ე ბ ი (აქ შესაძარებლად გამოიყენება მუშა საზომებით განსაზღვრული კომპარატორის სიგრძე).

როგორც ნორმალური საზომების, ისე მუშა საზომების სიგრძის გამოსაკვლევი ლაბორატორიული კომპარატორები ძირითადად ერთნაირია. პირველი სახის კომპარატორი საბჭოთა კავშირში არის ორი: ერთმეტრიანი და ოთხმეტრიანი, რომლებიც ეკუთვნის ВНИИМ -ის ლენინგრადში. მეორე სახის, ანუ მუშა საზომების ეტალონირების, კომპარატორი არის მოსკოვში (МИИГАИК -ის), ლენინგრადში, თბილისსა და ტაშკენტში. ამ კომპარატორებიდან მოწყობილობითა და სიზუსტით საუკეთესოა მოსკოვის კომპარატორი, რომელზეც სავალდებულოა I და II კლასის ტრიანგულაციის ბაზისების მუშა საზომების კომპარირება.

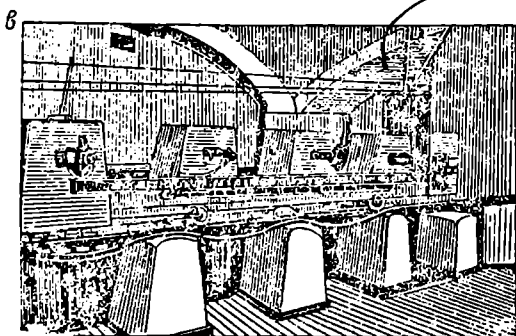
ძირითადად ზემოხსენებული კომპარატორების ნაწილებია (ნახ. 1):

1. მიკროსკოპ-მიკრომეტრების სისტემა, რომელიც კრონშტეინების საშუალებით მაგრდება ურთიერთდამოუკიდებლად უშუალოდ გრუნტიდან ამოყვანილ აგურის, ქვის ან რკინაბეტონის სვეტებზე; ყოველი სვეტი, რომელზეც მიმაგრებულია მიკროსკოპი, უნდა იყოს მდგრადი და ინარჩუნებდეს მდებარეობას.

ნორმალური საზომის (კვერთხის) სიგრძის შესაბამისად, მიკროსკოპ-მიკრომეტრებს აყენებენ ურთიერთ ერთი ან სამი მეტრის დაშორებით. ორ მეზობელ (უახლოეს) მიკროსკოპ-მიკრომეტრის ნულ პუნქტს შორის მანძილს კომპარატორის ბაზისი ეწოდება. კომპარატორის საერთო სიგრძე და მიკროსკოპების რაოდენობა დამოკიდებულია კომპარატორის ბაზისსა და შესაძარებელი საზომების სიგრძეზე; მაგალითად, ერთმეტრიან კომპარატორებშია 2 მიკროსკოპ-მიკრომეტრი; 4-მეტრიანშია—5 (აქ ბაზისი ერთი მეტრია). ზოლო 24-

მეტრიან კომპარატორებში, რომლებსაც 3-მეტრიანი კვერთხები გააჩნიათ (ბაზისი სამი მეტრია), 9 მიკროსკოპ-მიკრომეტრია და იმ შემთხვევაში, როცა 3-მეტრიან კვერთხებთან ერთად კომპარატორს გააჩნია ერთმეტრიანი კვერთხიც, მაშინ № 8 და № 9 მიკროსკოპ-მიკრომეტრს შორის ეწყობა დამატებითი ორი მიკროსკოპ-მიკრომეტრი;

2. ვაკის ნორმალური საზომების (კვერთხების) ლიანდაგით და გადასაადგილებელი მოწყობილობით, რომელიც ეწყობა საგანგებოდ ამოყვანილ



ნახ. 7.2.4.1.

მდგრად სვეტებზე დაყრდნობილ ძირითად კოჭზე. ლიანდაგი შედგება ორი პარალელური რელსისაგან, რომელთაგანაც ერთი სამკუთხა და მეორე ოთხკუთხა კვეთისაა.

საზომი კვერთხის გადასაადგილებელი მოწყობილობა (მზიდარა) შედგება ურთიერთგაერთიანებული ორი ურიკასაგან კვერთხის გადასადები სამფეხებით და სხვადასხვა ხრანხებით, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება კვერთხის სამნაირი მოძრაობა: გ ვ ე რ დ ი თ ი—მიკროსკოპ-მიკრომეტრების ნულუნქტების

გასწვრივ კვერთხის ღერძის დასაყენებლად; ვერტიკალური—კვერთხის ღერძის პორიზონტულ მდებარეობაში დასაყენებლად და გრძივი—პიკროსკოპ-მიკრომეტრების ქვეშე კვერთხის დასაყენებლად:

3. დამკვირვებლის ბაქანი;

4. თერმომეტრების სისტემა კომპარატორის სათავსის ტემპერატურის გასაზომად.

მიკროსკოპ-მიკრომეტრები, ვაკისის კოქის სვეტები და დამკვირვებლის ბაქანი ურთიერთიზოლირებულია.

ზემოაღნიშნული კომპარატორებიდან ლენინგრადის 4-მეტრიანი კომპარატორი განსაკუთრებული სირთულით განსხვავდება დანარჩენებისაგან. ეს კომპარატორი დაყენებულია სპილენძის ორმაგი დიდი აბაზანებით მოწყობილ საგანგებო შენობაში.

A. ლაბორატორიულ კომპარატორზე ეტალონით ნორმალური საზომის კომპარირება

საერთოდ კომპარატორის გამოყენებისათვის ნებისმიერ შემთხვევაში საჭიროა მიკროსკოპ-მიკრომეტრების წინასწარ მომწესობაში დაყენება, რაც გულისხმობს:

1. მიკრომეტრის ნულპუნქტის შეთავსებას მიკროსკოპის ობიექტივის ღერძთან;

2. ორი განაპირა მიკროსკოპის ღერძის შვეულად დაყენებას;

3. კომპარატორზე ორზე მეტი მიკროსკოპის შემთხვევაში ყველა მიკროსკოპის ღერძის განაპირა მიკროსკოპების გასწვრივ დაყენებას;

4. მიკროსკოპების ფოკუსთგაწყობას თვალსა და საგანზე.

ვთქვათ, საჭიროა ლაბორატორიულ კომპარატორზე ერთნაირი ნომინალური სიგრძის შტრიხებიანი ნორმალური საზომების ნამდვილი სიგრძეების ურთიერთ შედარება. როგორც ცნობილია, ამ შემთხვევაში ერთ-ერთი, ვთქვათ N , ღეროს ნამდვილი სიგრძე არის ცნობილი, რომელსაც ეტალონი ეწოდვით და მას ვადარებთ, ანუ ვსაზღვრავთ, M ღეროს სიგრძეს, რათა იგი გამოვიყენოთ. როგორც ნორმალური საზომი სხვა სამუშაო საზომების ნამდვილი სიგრძის ანუ, როგორც იტყვიან, მათი განტოლებების, დასადგენად.

ზემოხსენებული მიზნით, კომპარირებამდე ერთი დღე-ღამით ან რამდენიმე საათით ადრე უნდა შევიტანოთ ეტალონი N და განსასაზღვრელი M ღერო (საზომი). კომპარატორის სათავსში, ამოვიღოთ თავთავიანთი ბუდიდან და გავშალოთ. სამუშაოს ასრულებს ორი A და B დამკვირვებელი, რომლებიც სისტემატური შეცდომების მოსპობისა და შემთხვევითი შეცდომების შემცირების მიზნით მოქმედებენ შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. A დამკვირვებელი არის მარცხნივ, B კი მარჯვნივ და N -ეტალონს ფრთხილად დასდებენ მზიდარაზე, რომლის გადაადგილებით ეტალონის ბოლო შტრიხებს აყენებენ I და II მიკროსკოპ-მიკრომეტრების ქვეშე ნულპუნქტის ახლოს; აგრეთვე, სათანადო ხრახნებით ეტალონის ღერძს აყენებენ პორიზონტულად და კომპარატორის ბაზისის გასწვრივ;

2. აითვლიან N ეტალონის t_1^N ტემპერატურას; მიკრომეტრების ბისექტორების ეტალონის ბოლო შტრიხებზე დაყენებით დამკვირვებლები თანადროულად აიღებენ სამ-სამ ანათვალს მიკრომეტრის დოლზე;

3. დამკვირვებლები იცვლიან ადგილს, ე. ი. A არის მარჯვნივ, B კი მარცხნივ;

4. იღებენ სამ-სამ ანათვალს თანადროულად ორივე მიკრომეტრის დოლზე;

5. აითვლიან ისევ N ეტალონის t_2^N ტემპერატურას;

6. კომპარატორიდან გადმოიღებენ N ეტალონს და მის ადგილას სდებენ M საზომს ისე, რომ მისი მარცხენა ბოლოს დასაკვირვებელი შტრიხი მოხდეს I მიკრომეტრის ბისექტორს შორის, რომელიც უძრავად უნდა იყოს დატოვებული N ეტალონზე დაკვირვების შემდეგ; ამით N ეტალონისა და განსასაზღვრელი M საზომის მარცხენა ბოლოს შესაბამისი ანათვლები დოლზე იქნება ურთიერთ ახლო ოდენობები;

7. აითვლიან M საზომის t_1^M ტემპერატურას და აგრეთვე მიკროსკოპის დოლზე სამ-სამ ანათვალს; ამ დროს A დამკვირვებელი მარჯვნივ არის; 8. დამკვირვებლები იცვლიან ადგილს, ე. ი. A დამკვირვებელი არის მარცხნივ;

9. იღებენ ექვს-ექვს წყვილ თანადროულ ანათვალს, რისთვისაც პირველი სამ-სამი წყვილი ანათვალს ალებითანავე ოდნავ გადაადგილებენ და უკანვე გადასწევენ ფოკუსში M საზომს და აიღებენ სამ-სამ წყვილ თანადროულ ანათვალს;

10. დამკვირვებლები იცვლიან ადგილს, ე. ი. A არის მარჯვნივ;

11. აიღებენ სამ-სამ თანადროულ ანათვალს მიკრომეტრის დოლზე;

12. აიღებენ M საზომის t_2^M ტემპერატურას;

13. კომპარატორიდან ხსნიან M საზომს და მის ადგილას მიღებული წესით აყენებენ N ეტალონს;

14. აიღებენ N ეტალონის t_3^N ტემპერატურას და დოლზე ანათვლებს (A დამკვირვებელი მარჯვნივია);

15. დამკვირვებლები იცვლიან ადგილს ე. ი. A არის მარცხნივ;

16. აიღებენ სამ-სამ წყვილ ანათვლებს და t_4^N ტემპერატურას.

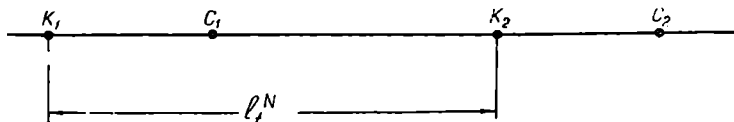
ამით მთავრდება I ილეთი, სადაც A დამკვირვებელმა დაიწყო და დაამთავრა სამუშაო I მიკროსკოპთან (ეტალონი, საზომი, ეტალონი). მეორე ილეთში კი იგი დაიწყებს და დაამთავრებს სამუშაოს II მიკროსკოპთან (ისევ ეტალონი, საზომი ეტალონი). ექვსი ასეთი ილეთი კიდევ უნდა შესრულდეს. აღნიშნული რვა ილეთი ურთიერთგანსხვავდება მხოლოდ იმით, რომ ყოველ ილეთში ხდება გამოყენებული კვერთხების საწინააღმდეგო (180°) მიმართულებით შებრუნება. ზემოგანხილული რვა ილეთით შესრულებული ეტალონირება, რომლის დროსაც დატულია სრული სიმეტრია ურთიერთ და მიკროსკოპების მიმართ როგორც დამკვირვებელთა, ისე კვერთხების განლაგებაში, წარმოადგენს დაკვირვებების ერთ სერიას; ასეთი სერიები სრულდება ორი, ოთხი და მეტი იმის მიხედვით, თუ როგორი იქნება კომპარირების მოთხოვნილი სიზუსტე. მაგალითად, ერთმეტრიან და ოთხმეტრიან კომპარატორზე,

შესაბამისად, აღწევენ $0,1 \mu$ და $0,05 \mu$ წეცდომას, ანუ $1:10000000$ და $1:20000000$ სიზუსტეს.

ახლა გამოვიყვანოთ M საზომის განტოლება, რისთვისაც სრულიად საქმარისაა ზემოაღწერილი მონაცემების გამოყენება.

ვთქვათ, c_1 და c_2 წერტილები წარმოადგენს, შესაბამისად, I და II მიკროსკოპების ნულუნქტების პროექციებს N ეტალონის ღერძზე (ნახ. 2); k_1 და k_2 კი N ეტალონის განაპირა შტრიხების მდებარეობაა, რომელთა შორის მანძილია l_n^N გარკვეულ ტემპერატურაზე; μ_I და μ_{II} — I და II მიკროსკოპ-მიკრომეტრების დოლის ერთი დანაყოფის საფასური;

s_I^N და s_{II}^N — I და II მიკროსკოპ-მიკრომეტრების დოლზე ანათვალი; როცა მათ ბისექტორში მოქცეულია N ეტალონის k_1 და k_2 შტრიხები. აგ-



ნახ. 7.2.4.2.

რეთვე დაევშვათ, რომ მიკრომეტრის ძაფების მარცხნიდან მარჯვნივ გადაადგილების დროს დოლის i ინდექსის მიმართ დოლის დანაყოფების წარწერები იზრდება. მივიღოთ, რომ მიკროსკოპ-მიკრომეტრის ნულუნქტზე s_0 ანათვალი არის ოცი ბრუნე, ე. ო. $s_0 = 20^\circ$.

ზემოხსენებული აღნიშვნებისა და დაშვებების შესაბამისად (2) ნახაზის მიხედვით დავწერთ:

$$c_1 c_2 = k_1 k_2 - k_1 c_1 + k_2 c_2, \quad (a)$$

სადაც

$$k_1 k_2 = l_n^N; \quad k_1 c_1 = (s_I^N - 20^\circ) \mu_I; \quad k_2 c_2 = (s_{II}^N - 20^\circ) \mu_{II}.$$

ცხადია, l_n^N ეტალონის სიგრძე ივლისსხმება საშუალო ტემპერატურაზე,

ე. ო.

$$l_n^N = \frac{l_1^N + l_2^N}{2}.$$

(ა) დამოკიდებულება მიიღებს ასეთ სახეს:

$$c_1 c_2 = l_n^N - (s_I^N - 20^\circ) \mu_I + (s_{II}^N - 20^\circ) \mu_{II}. \quad (b)$$

მივიღოთ ანალოგიური აღნიშვნები და პირობები M საზომის მიმართ, დავწერთ:

$$c_1 c_2 = l_n^M - (s_I^M - 20^\circ) \mu_I + (s_{II}^M - 20^\circ) \mu_{II}. \quad (c)$$

(ბ) და (ვ) შედარებით მივიღებთ:

$$l_{l_m}^M = l_{l_n}^N + (s_I^M - s_I^N) \mu_1 - (s_{II}^M - s_{II}^N) \mu_{II} \quad (7.2.4.1)$$

ამ ფორმულაში შევიტანოთ გამოყენებული კვერთხების განტოლებები:

$$\left. \begin{aligned} l_{l_n}^N &= l_0^N + l_0^N \alpha_n (t_n^N - t_0) \\ l_{l_m}^M &= l_0^M + l_0^M \alpha_m (t_m^M - t_0) \end{aligned} \right\} \quad (d)$$

სადაც α_n და α_m , შესაბამისად, წარმოადგენს ლითონის გაფართოების კოეფიციენტს $\alpha + \beta t$, ხოლო l_0^N და l_0^M — ეტალონისა და საზომის სიგრძეს გარკვეულ, ვთქვათ, 15° ტემპერატურაზე.

(1) ფორმულაში (d) გამოსახულებების შეტანით მივიღებთ:

$$l_0^M = l_0^N + l_0^N \alpha_n (t_n^N - t_0) - l_0^M \alpha_m (t_m^M - t_0) + (s_I^M - s_I^N) \mu_1 - (s_{II}^M - s_{II}^N) \mu_{II} \quad (7.2.4.2)$$

პრაქტიკულად t_n და t_m ტემპერატურა ურთიერთ უგულვებელსაყოფი ოდენობით განსხვავდება, აგრეთვე l_0^M და l_0^N სიდიდეებს შორის განსხვავება

მილიმეტრის მესამედ ნაწილებშია. ამიტომ შეიძლება მივიღოთ: $\frac{t_m^M + t_n^N}{2} =$

$= t_c$, რასაც შედარების საშუალო ტემპერატურა ეწოდება და $\frac{l_n^M + l_0^N}{2} =$

$= l_0$. ზემოხსენებული მოსაზრებით (2) ტოლობის მარჯვენა ნაწილის მეორე და მესამე წევრებში l_0^N , l_0^M ნაცვლად თუ l_0 , ხოლო t_n^N , t_m^M ნაცვლად t_c სიდიდეს შევიტანთ, მივიღებთ უმრავლეს შემთხვევაში დასაწევებ ტოლობას:

$$l_0^M = l_0^N + l_0(t_c - t_0)(\alpha_n - \alpha_m) + (s_I^M - s_I^N) \mu_1 - (s_{II}^M - s_{II}^N) \mu_{II} \quad (7.2.4.3)$$

B. ეტალონით ლაზრობატორიული კომპარატორის სიგრძის განსაზღვრა და ამ უკანასკნელით საზომი მავთულუბის კომპარირება

ერთი ილეთით საზომი მავთულის კომპარირება გულისხმობს კომპარატორის სიგრძის განსაზღვრას, მავთულების სიგრძის განსაზღვრასა და ისევ კომპარატორის სიგრძის განსაზღვრას.

(1) ნახაზზე წარმოდგენილი მოსკოვის გეოდეზიური ინსტიტუტის კომპარატორის სიგრძეს ადგენენ 3-მეტრიანი სიგრძის H სახის კვეთილობის (H_{15}) კვერთხით (1.2 თავი). მას იყენებენ 24 მეტრის სიგრძის მავთულების კომპარირებისათვის. აგრეთვე VIII და IX მიკროსკოპ-მიკრომეტრებს შორის თითო მეტრის დაშორებით დამატებით დაყენებულია ორი მიკროსკოპი სამეტრიანი კვერთხის ერთმეტრიან ეტალონთან შედარების მიზნით. მიკროსკოპების გამაღიღებლობა $G = 25\times$; მიკრომეტრების დოლის ერთი დანაყოფის

საფასური დაახლოებით 1μ ტოლია, რომელზეც თვალთ აითვლება $0,1\mu$; კომპარატორის სათავის ტემპერატურად იღებენ სამი თერმომეტრის ანათელის საშუალოს; წლის განმავლობაში სათავის საშუალო ტემპერატურა $\pm 15^\circ$ შეადგენს.

I მიკროსკოპის მარცხნივ და IX მიკროსკოპის მარჯვნივ დაყენებულია ისეთი მოწყობილობა, რომელთა საშუალებით ხდება მავთულების დაყენება საჭირო მდებარეობაში.

განვიხილოთ კომპარატორის სიგრძის განსაზღვრის საკითხი. A და I დამკვირვებლები შოათავსებენ ეტალონს მზიდარაზე (ურიაზე) და აითვლიან მის ტემპერატურას; სათანადო ხრახნებით ურიკას გადაადგილებენ ისე, რომ ეტალონის განაპირა საჭირო შტრიხებით დადგნენ I და II მიკროსკოპების ფოკუსებში რაც შეიძლება მიკრომეტრების ნულუნქტების ახლოს და აზიზუტზე, ანუ კომპარატორის განაპირა მიკროსკოპების გასწვრივ; თანადროულად ორ-ორჯერ ან სამ-სამჯერ დაძივნების შედეგად ორივე მიკრომეტრის დოლზე იღებენ შესაბამისად a და b ანათვლებს; ურიკას ეტალონითურთ გადაადგილებენ 3 მეტრზე ისე, რომ ეტალონის მარცხენა (უკანა) შტრიხი შეუთავსდეს II მიკრომეტრის ბისექტორს, რომლის დოლზე უნდა იყოს დატოვებული უცვლელად b ანათვლი; II და III მიკრომეტრების დოლზე აითვლიან b_1 და c ანათვლებს; გადაადგილებენ ურიკას 3 მეტრზე ისე, რომ ეტალონის უკანა შტრიხი შეუთავსდეს III მიკრომეტრის ბისექტორს, რომლის დოლზეა c ანათვლი; აიღებენ III და IV მიკრომეტრებსა დოლზე c_1 და d ანათვლებს; ასეთი წესით დამკვირვებლები გაივლიან კომპარატორის სიგრძეს, შემდეგ ისინი შეიცვლიან ადგილს (უმჯობესია აგრეთვე ეტალონიც შეაბრუნონ 180°) და იწყებენ შებრუნებული მიმართულებით ზემოაღწერილ მოქმედებებს და ბოლოს ზომავენ ეტალონის ტემპერატურას. ყოველი სვლისათვის კომპარატორის B_1 სიგრძე გამოითვლება ტოლობით:

$$B_1 = 8N - a\mu_1 + (b - b_1)\mu_{II} + (c - c_1)\mu_{III} + (d - d_1)\mu_{IV} + \dots + (k - h_1)\mu_{VII} + i\mu_{IX} + 8N \alpha_n (t_n - t_0), \quad (7.2.4.4)$$

სადაც N არის ეტალონის სიგრძე l_0 ტემპერატურაზე; t_n — ეტალონის საშუალო ტემპერატურა; α_n — ეტალონის ტემპერატურული გაფართოების საშუალო კოეფიციენტი t_0 და t_n ფარგლებში; $\mu_I, \mu_{II}, \mu_{III}, \dots, \mu_{IX}$ — მიკრომეტრების დოლის თითო დანაყოფის საფასური, რომელთა ოდენობები დგინდება საგანგებო გამოკვლევით. წინ და უკან სვლის შესაბამისად (4) ტოლობით განსაზღვრულ B_1 და B_2 -ს საშუალო იქნება კომპარატორის B სიგრძე.

სამუშაო მავთულების კომპარირების მიზნით კომპარირებამდე რამდენიმე საათით ადრე მავთულები შეაქვთ კომპარატორის შენობაში; მავთულს ჩამოჰკიდებენ ქალზე და დაჰკიმავენ იმ გირით, რომელსაც იყენებენ ველზე ისე, რომ მავთულის სკალები იმყოფებოდეს მიკროსკოპის ქვეშ; აიღებენ სამ წვეთლ თანადროულ ანათვალს I და IX მიკრომეტრების დოლზე სკალის 20, 40 და მე-60 შტრიხებზე დამიზნების შესაბამისად და განმეორებთ აითვლიან ტემპერატურას; მოხსნიან აღნიშნულ მავთულს კალებიდან და მის ადგილას ჩამოჰკიდებენ მეორეს და იმეორებენ ყოველივეს; ასევე იქცევიან დანარჩენი ორი მავთულის მიმართაც. ვთქვათ, O_I და O_{IX} არის I და IX მიკრომეტრების ბისექტორის მავთულის მე-20, 40, 60 შტრიხზე, ანუ ყოველი სამი დამიზნების საშუალო ანათვლები დოლზე. მაშინ მავთულის L_0 სიგრძე რომელი-

მე საწყის t_0 ტემპერატურაზე გამოითვლება (1), (2) და (3) ტოლობების შესაბამისად:

$$L_0 = B_n + O_{IX} \cdot \mu_{IX} - O_I \mu_I - L_0 \cdot \alpha_n (t_n - t_0), \quad (7.2.4.5)$$

სადაც B_n არის კომპარატორის სიგრძე, რომელიც მიღებულია მავთულის გაზომვამდე და შემდეგ ეტალონირების საშუალოთი; t_n — მავთულის კომპარირების საშუალო ტემპერატურა; α_n — მავთულის გაფართოების კოეფიციენტი საშუალო ტემპერატურაზე t_0 და t_n ფარგლებში.

24-მეტრიანი მავთულის კომპარირება ხასიათდება შემდეგი შეცდომებით:

$m_1 = \pm 5\mu$ — საკუთრივ კომპარატორების საშუალო კვადრატული შეცდომა;

$\sigma_1 = \pm 1\mu$ — 3-მეტრიანი ეტალონის სიგრძის ნარჩენი სისტემატური ხასიათის შეცდომა;

$8\sigma_1 = 8\mu$ — კომპარატორის სიგრძის ნარჩენი სისტემატური ხასიათის შეცდომა;

$m_1 = \pm 10\mu$ — კომპარირების საერთო საშუალო კვადრატული შეცდომა;

$\frac{m_1}{L} = 0,4 \cdot 10^{-6}$ — მავთულის კომპარირების სიზუსტე.

X C. სამკონტროლო ბაზისი და სხვადასხვა კომპარატორი-მავთულისა და ბაზისის კომპარირება

საკონტროლო ბაზისის სიგრძეს, საერთოდ, იღებენ 480; 960 მეტრს და მეტსაც, ხოლო სხვადასხვა კომპარატორები შედარებით მოკლე სიგრძისაა: 120, 240 და იშვიათად 480 მეტრი. ასეთი სახის კომპარატორებს აწყობენ სპეც-



ნახ. 7.2.4.3.

ალური ტრიანგულაციის ბაზისებისა და პოლიგონომეტრიული გვერდების გაზომვებისათვის საჭირო მავთულების კომპარირებისათვის.

სხვადასხვა კომპარატორი აგებულია საქართველოს ლენინის სახელობის პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის ეზოში (ნახ. 3). მისი სიგრძეა 120 მეტრი და განკუთვნილია როგორც 24-მეტრიანი მავთულ-

ების, ისე 20-მეტრიანი ბაფთების კომპარირებისათვის. კომპარატორი ფიქსირებულია ადგილზე ოთხკუთხა კვეთის ხუთი ბეტონის სვეტით, რომლებიც ურთიერთს დაშორებულია 24 მეტრზე $\pm 1-2$ სმ. ბოძებს ქვეშ გრუნტი წარმოადგენს კონგლომერატს; სვეტების ფუძე მიწის ზედაპირიდან 2,5 მეტრის სიღრმეზეა და დედამიწის ზედაპირის ზევით ამოყვანილია საშუალოდ 1,1 მეტრის სიმაღლეზე. სვეტის შუაში მთელ სიღრმეზე ჩაბეტონებულია რელსი. რომლის ზედაპირზე მიღუღებულია ცილინრდული სახის ღერო (სამიზნებელი) და ამ ღეროს სფერულ ზედაპირზე, რომელიც უქანგავი ფოლადისაა, საბაზისო სამფეხების (მთელანების) მსგავსად ურთიერთმართობულად დატანილია ორ წყვილი შტრიხი. აღნიშნული სამიზნებლები დაყენებულია ტოლ სიმაღლეზე $\pm 1 - \pm 2$ მმ განსხვავებით, რაც აადვილებს მავთულის კომპარირებას, ვინაიდან სამიზნებლების ნიველობა საჭირო არ არის, ე. ი. ამ სახის შეცდომაც აცილებულია. სამიზნებლები დაცულია ფოლადის სახურავებით, რომლებიც ეხრახნება სამიზნებლების ქვედა ტანს და ზემოთ ეხურება რკინის სახურავი.

პირველი და მეხუთე სვეტის გვერდით დედამიწის ზედაპირიდან 5 სმ სიმაღლეზე მოწყობილია ისეთივე სახის სამიზნებელი, როგორც ძირითად სვეტებზე, და ამით ფიქსირებულია დედამიწაზე 120 მეტრი 20-მეტრიანი ბაფთების კომპარირებისათვის. კომპარატორის ფარგლებში ადგილი მოშანდაკებულია და გამოყოფილია ხეივნით, რაც ხელს უწყობს ტემპერატურული რეჟიმის მკვეთრი ცვალებადობისა და უთანაბრო მოქმედებისაგან დაცვას.

24-მეტრიანი მავთულისა და 20-მეტრიანი ბაფთის კომპარირება სრულდება იმ წესით, რაც მოყვანილია (7.2.2) პარაგრაფის B და a პუნქტების III მუხლში, იხილეთ (7.2.2.8)—(7.2.2.14) ფორმულები და მაგალითები.

7. 2. 5. საზომ ხელსაწყო მავთულანის გამოყენების თეორიული საფუძვლები

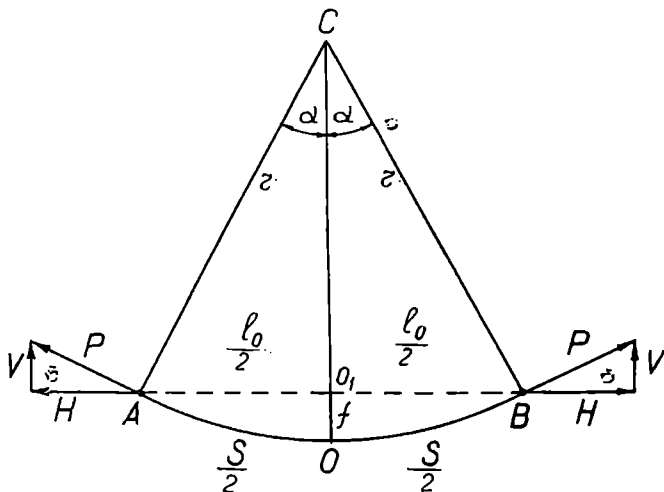
როგორც ცნობილია, მავთულებით ხაზები იზომება ჰაერში, ანუ დაკიდებულად, ბოლოების ტოლი ძალებით დაჭიმვით. დაკიდებულ მდგომარეობაში მავთული წარმოადგენს სიმეტრიულ ან არასიმეტრიულ პარაბოლური მრუდის მსგავს ე. წ. ჯაჭვურ ხაზს. პირველ შემთხვევაში მავთულის ბოლოები ტოლ სიმაღლეზეა, ხოლო მეორეში—არა. მავთულის, როგორც საზომის, სიგრძედ მიღებულია ზემოხსენებული მრუდის ქორდის სიგრძე. მაშასადამე, ნებისმიერი შემთხვევისათვის საჭიროა ვიცოდეთ საზომის, ანუ ქორდის, სიგრძე, რომლის ოდენობის დადგენისათვის საჭიროა მხედველობაში მივიღოთ მრავალი მოვლენა, როგორიცაა:

1. სიმეტრიული ჯაჭვური ხაზის ქორდის სიგრძის დამოკიდებულება მავთულის f სიგრძესა და P დაჭიმვასთან;
2. არასიმეტრიულობის გავლენა ჯაჭვური ხაზის ქორდის სიგრძეზე;
3. ქორდის სიგრძის დამოკიდებულება ტემპერატურასთან;
4. ქორდის სიგრძეზე მავთულის სკალების დახრილობის გავლენა;
5. ქორდის სიგრძის დამოკიდებულება დედამიწის ზედაპირზე სიმძიმის ძალის ცვალებადობასთან;
6. ქორდის სიგრძეზე ნალექებისა (ნამის, თრთვილის, წვიმის, თოვლის) და ქარის გავლენა;

7. საბოლოოდ საჭირო იქნება დახრილი ქორდის სიგრძიდან მის პორიზონტულ პროექციებზე გადასვლა.

ა. პირველ რიგში გამოვიყვანოთ პორიზონტული l_0 ქორდის სიგრძის გამოსათვლელი ფორმულა, მხოლოდ მავთულის s სიგრძესთან დამოკიდებულებით (ნახ. 1), რისთვისაც ვიგულისხმობთ, რომ გვაქვს დრეკადი, მძიმე $AOB = s$ სიგრძის ძაფი (მავთული), რომელიც არ იჭიმება და წონასწორობაში იმყოფება ერთ სიმბალღზე მყოფ A და B ბოლოებში მოდებული ტოლი P ძალებით.

განხილავთ AOB ჯაჭვეური ხაზი, რომელიც დაახლოებით r რადიუსის იქონიე წრიულ მრუდს წარმოადგენს, ხასიათდება ჩაკიდულობის $OO_1 = f$



ნახ. 7.2.5.1.

ის რის ოდენობით. s წრიული რკალს შეესაბამება $ACB = 2\alpha$ ცენტრალური კუთხე.

(1) ნახაზის მიხედვით რადიანებში

$$s = 2\alpha \cdot r; \quad (7.2.5.1)$$

$$\frac{l_0}{2} = r \cdot \sin \alpha = r \left(\alpha - \frac{\alpha^3}{3!} + \dots \right) = r \alpha - \frac{r \alpha^3}{6},$$

საიდანაც

$$l_0 = 2\alpha \cdot r - 2\alpha \cdot r \frac{\alpha^2}{6} = s - s \frac{\alpha^2}{6} \quad (7.2.5.2)$$

$$f = r - r \cos \alpha = r - r \left(1 - \frac{\alpha^2}{2} + \dots \right)$$

ან მიახლოებით და (1) დამოკიდებულების გამოყენებით

$$f \approx r \frac{\alpha^2}{2} = s \frac{\alpha}{4},$$

საიდანაც

$$\alpha = \frac{4}{s} f. \quad (7.2.5.3)$$

(2) დამოკიდებულებაში (3) დამოკიდებულების შეტანით მივიღებთ:

$$l_0 = s - \frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{s}. \quad (7.2.5.4)$$

ახლა განვიხილოთ საკითხი, როცა მხედველობაში ვიღებთ მავთულის დაკიშვის P ძალასაც. ამ შემთხვევაში საკირო გასდება ჩაკიდების f ისრის გამოასხვა, გარდა მავთულის s სიგრძისა, დაკიშვის P ძალითაც.

P ძალა შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც ვერტიკალური V და თარაზული H ძალების ტოლქვედად. აღვნიშნოთ მავთულის ერთი მეტრის სიგრძის წონა q ასოთი კილოგრამებში. ვერტიკალური ძალის ოდენობა

$V = q \frac{s}{2}$ კგ, ანუ ნახევარი მავთულის წონა, მცირე ოდენობის იქნება და ის

შეიძლება მხედველობაში არ მივიღოთ, ხოლო თარაზული H მდგენელი ძალა ნახევარი მრუდის ყველა წერტილისათვის მუდმივი იქნება და V ძალის სიმცირის გამო იგი გავუტოლოთ მავთულის დაკიშვის P ძალას, ე. ი. $H = P$.

ვისარგებლოთ ჯაჭვეური წირის შესახებ მექანიკაში დადგენილი დამოკიდებულებით:

$$f = \frac{q s^2}{8H} - \frac{q f^2}{2H},$$

ხოლო $\Delta f < 0,02$ მმ შეცდომის დაშვებით მიახლოებით

$$f \approx \frac{q}{8} \cdot \frac{s^3}{P}. \quad (7.2.5.5)$$

(5) დამოკიდებულებიდან f -ის მნიშვნელობის (4) დამოკიდებულებაში შეტანით მივიღებთ:

$$l_0 = s - \frac{q^2 s^3}{24 P^2} \quad (7.2.5.6)$$

მიღებული ტოლობა არ არის სრული, რადგანაც აქ მხედველობაში არ იყო მიღებული დაკიშვისაგან მავთულის Δs დაგრძელება. დავეუშვათ, რომ თავისი წონით, ანუ ერთი მეტრის სიძძიმის, (q ძალით) მავთულის გაკიშვა იწვევს ყოველ მეტრზე σ ოდენობით დაგრძელებას. მაშინ s სიგრძის მავთულის დაკიშვით Δs დაგრძელება, გამოწვეული P ძალით,

$$\Delta s = + \frac{\sigma \cdot s P}{q}. \quad (7.2.5.7)$$

მაშასადამე, (6) ტოლობა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$l_0 = s \pm \frac{\sigma}{q} P s - \left(\frac{q}{P} \right)^2 \frac{s^3}{24}. \quad (7.2.5.8)$$

ზღვრული ტოლობა გაეადიფერენციალოთ P დაქიმვის ძალის მიხედვით, ხოლო დიფერენციალის ნაცვლად ნაზრდები შევიტანოთ:

$$\Delta l_0 = \frac{\sigma}{q} s \Delta P + \frac{q^2}{P^3} \frac{s^3}{12} \Delta P,$$

ანუ

$$\Delta l_0 = \left(\frac{\sigma}{q} \cdot s + \frac{q^2}{P^3} \cdot \frac{s^3}{12} \right) \Delta P. \quad (7.2.5.9)$$

მიღებული დამოკიდებულება გამოსახავს, რომ მავთულის დაქიმვის ძალის ΔP ოდენობით შეცვლას ქორდის სიგრძის განსაზღვრაში შეესაბამება Δl_0 შეცდომა.

მაგალითი 7.2.5.1. ვთქვათ, $\sigma = 0,00051$ მმ; $q = 0,0173$ კგ; $s = 24$ მ. $P = 10$ კგ, ხოლო ქორდის განსაზღვრის დასაშვები შეცდომა იყოს $\Delta l_0 = 0,008$ მმ. განესაზღვროთ მავთულის დაქიმვის ცვალებადობის დასაშვები ΔP ოდენობა.

1. (9) დამოკიდებულებაში

$$\frac{\sigma}{q} s + \frac{q^2}{P^3} \cdot \frac{s^3}{12} = 0,70 \text{ მმ/კგ} + 0,34 \text{ მმ/კგ} = 1,04 \text{ მმ/კგ};$$

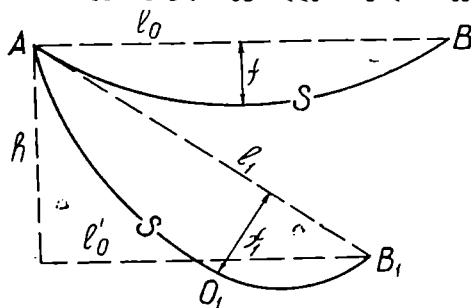
2. იგივე დამოკიდებულებიდან

$$\Delta P = \frac{\Delta l_0 \text{ მმ}}{1,04 \text{ მმ/კგ}} = \frac{0,008 \text{ მმ}}{1,04 \text{ მმ/კგ}} = 0,00768 \text{ კგ} \approx 7,7 \text{ გ.}$$

მაშასადამე, დაკიდებულად მავთულით ხაზების გაზომვის დროს 10 გრანზე ნაკლები შეცდომით უნდა ხასიათდებოდეს მავთულის დაქიმვა. ამიტომ აუცილებელია, რომ საწონის სტანდარტული $P = 10$ კგ სიმძიმისაგან განსხვავება პრაქტიკულად დასაშვებად ითვლება ± 5 გ. აგრეთვე ხაზების გაზომვების დროს განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ საწონი არ

ეხებოდეს ბალახს, ნიადავს ან მასზედ არ იყოს მიკრული მიწა.

ბ. ადგილის დახრილ უბანზე s სიგრძის საზომის შესაბამისი ჯაჭვეური ხაზის არასიმეტრიულობის დროს (ნახ. 2) მისი ჩაკიდულობის f_1 ისარი შეტია სიმეტრიული ხაზის ჩაკიდულობის f ისარზე, ხოლო დახრი-



ნახ. 7.2.5.2.

ლი $AB_1 = l'$ ქორდა მოკლეა თარაზულ $AB = l_0$ ქორდაზე. მაშასადამე, განხილვად შემთხვევაში ადგილი აქვს უტოლობებს:

$$\begin{aligned} f_1 &> f, \\ l_1 &< l_0. \end{aligned} \quad (7.2.5.10)$$

განხილადი მიზეზით წარმოშობილი შესწორება დადებითი ნიშნისაა, მაშასადამე,

$$l_0 = l_1 + \Delta l_1. \quad (7.2.5.11)$$

თვით შესწორების ოდენობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\Delta l_1 = \frac{h^2 \cdot q^2 s}{24 p^2}, \quad (7.2.5.12)$$

სადაც h არის მავთულის ბოლოებს შორის სიმაღლეთა სხვაობა, გამოსახული მეტრებში;

$q = 0,0173$ კგ — ერთი მეტრი მავთულის წონა;

$s = 24$ მ — მავთულის სიგრძე;

$P = 10$ კგ — მავთულის დაკიმვის ძალა.

დახრილ უბანზე აგრეთვე წონის მიზეზით ხდება მავთულის ბოლოების სხვადასხვა დაკიმულობა. მაგალითად, ზედა A ბოლოზე დაკიმვის ოდენობა იქნება $+qh$, ხოლო B ბოლოზე $-qh$, რომელთა მხედველობაში მიიღება პრაქტიკულად ძნელია. როცა $h \geq 1$ მეტრზე, საჭიროა ზედა და ქვედა სკალის ხელით დაქერა, რათა არ მოხდეს მავთულის ჩამოცოცება.

(12) ფორმულაში თუ შევიტანთ q , s და P ოდენობებს, მივიღებთ:

$$\Delta l_1 = 3 \cdot 10^{-3} h^2, \quad (7.2.5.13)$$

სადაც h შეაქვთ მეტრებში, ხოლო Δl_1 მიიღება მილიმეტრებში, მაგალითად, თუ $h = 2$ მ, მივიღებთ, $\Delta l_1 = 0,012$ მმ. აქედან დავასკვნით, რომ ჯაკეუარი ხაზის არასიმეტრიულობის გამო შესწორება მცირეა, მაგრამ I და II კლასის ბაზისების გაზომვის დროს იგი მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული, რადგანაც იგი წარმოადგენს ყოველთვის დადებით ოდენობას, ე. ი. სისტემატურ გაველნას მოახდენს გაზომვის სიზუსტეზე.

3. სკალეებით ნულებს შორის მავთულის l_0 ქორდის სიგრძეს საზღვრავენ t_0 ტემპერატურის დროს კომპარირების შედეგად, ხოლო ხაზების გაზომვებს აწარმოებენ ნებისმიერ t ტემპერატურაზე, რომელსაც, ცხადია, შეესაბამება ქორდის სხვა l_t სიგრძე. მაშასადამე, t და t_0 ტემპერატურის სხვაობის შესაბამისად ხაზების განაზომებში შეტანილი უნდა იქნეს შესწორება:

$$\Delta l_t = l_t - l_0. \quad (a)$$

განხილად შემთხვევაში, მხედველობაში ვიღებთ რა მხოლოდ ტემპერატურის გაველნას, ვთვლით, რომ მავთულის ქორდის სიგრძე არის ტემპერატურის ფუნქცია, დავწერთ:

$$l_t = f(t),$$

რომლის შესაბამისი ხარისხოვანი მწკრივი იქნება

$$l_t = l_0' + \left(\frac{df}{dt}\right)_0 t + \frac{1}{2} \left(\frac{d^2f}{dt^2}\right)_0 t^2 + \dots, \quad (7.2.5.14)$$

სადაც l_0' და დანარჩენი წარმოებულების ოდენობები მიიღება $t = 0$ მათში ჩასმით.

(14) მწკრივი შეიძლება გადაიწეროს შემდეგი სახით:

$$i_t = i_0' \left(1 + \frac{1}{i_0'} \left(\frac{df}{dt} \right)_0 \cdot t + \frac{1}{2i_0'} \left(\frac{d^2f}{dt^2} \right)_0 \cdot t^2 + \dots \right).$$

რომელშიც შევიტანოთ აღნიშვნები:

$$\frac{1}{i_0'} \left(\frac{df}{dt} \right)_0 = \alpha'; \quad \frac{1}{2i_0'} \left(\frac{d^2f}{dt^2} \right)_0 = \beta',$$

მოვიღებთ:

$$i_t = i_0' + \alpha' i_0' t + \beta' i_0' t^2. \quad (7.2.5.15)$$

თუ ვივსულისწებთ, რომ $t = t_0$, მაშინ შეიძლება დავწეროთ:

$$i_0 = i_0' + \alpha' i_0' t_0 + \beta' i_0' t_0^2. \quad (7.2.5.16)$$

(15) და (16) ტოლობების სხვაობა იქნება:

$$i_t = i_0 + \alpha' i_0' (t - t_0) + \beta' i_0' (t^2 - t_0^2). \quad (7.2.5.17)$$

თუ ვისარგებლებთ აღნიშვნებით $\alpha = \alpha' i_0'$, $\beta = \beta' i_0'$, მოვიღებთ მავთულის ტემპერატურულ განტოლებას:

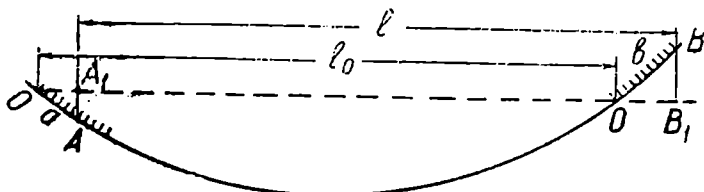
$$i_t = i_0 + \alpha(t - t_0) + \beta(t^2 - t_0^2), \quad (7.2.5.18)$$

რომელშიც i_0 და t_0 ცნობილია მავთულის კომპარების შედეგებით; α და β ტემპერატურული კოეფიციენტები ისაზღვრება საგანგებო გამოკვლევის შედეგად, ხოლო t იზომება ხაზის გაზომვის დროს. (17) და (18) დამოკიდებულებების შედარებით ჩანს, რომ მალისათვის შესწორება

$$\Delta i_t = \alpha(t - t_0) + \beta(t^2 - t_0^2). \quad (7.2.5.19)$$

ბაზისების გაზომვების დროს t ტემპერატურის გაზომვა შეიძლება $\pm 1^\circ$ შეცდომით, რადგანაც მისი გავლენით მავთულის სიგრძის ცვალებადობის სიზუსტე იქნება 1:2000000. ეს შეცდომა არ არის სისტემატური ხასიათის. მაშასადამე, ხაზების გაზომვის დროს საზომის მრავალჯერ გადაღებათა რიცხვის გამო მოხდება შეცდომების ნაწილობრივი ურთიერთკომპენსაცია.

4. ქორდის სიგრძეზე მავთულის ბოლოების სკალების დახრილობის გავლენის დასადგენად ვისარგებლოთ (7.2.3.1) დამოკიდებულებით, სადაც ანა-



ნახ. 7.2.5.3.

თვალი წინა ბოლოს სკალაზე აღნიშნოთ b და უკანაზე a ასოთი. მაშასადამე, (3) ნააზის მიხედვით დავწეროთ:

$$l = l_0 + (b - a). \quad (7.2.5.20)$$

(3) ნახაზზე დაკვირვებით დავასკვნით, რომ მავთულის ქორდის ჰორიზონტულ მდგომარეობაში ყოფნის დროსაც კი a და b ანათვლების შესაბამისი მონაკვეთები დახრილია და საჭირო იქნება აღნიშნულ ანათვლებში შესწორების შეტანა; ხოლო როცა ქორდა დახრილია, ასეთი ღონისძიებების მიღება მით უფრო საჭიროა, მაგრამ ამ შემთხვევაში შესწორების ფორმულა რთული სახისაა. ვინაიდან $(b-a)$ ოდენობა არ აღემატება 4—5 სმ, როცა $k \ll 2$ მეტრს, პრაქტიკულად სარგებლობენ შემდეგი სახის შესწორების ფორმულით:

$$\Delta l_{(b-a)} = -(b-a) \frac{q^2 s^2}{8P} \quad (7.2.5.21)$$

მიღებულ ტოლობაში თუ ჩავსვამთ q , s და P კომპონენტების წინა მავალითებში მიღებულ ოდენობებს და დავუშვებთ, რომ $b-a=6$ სმ. მივიღებთ $\Delta l_{(b-a)} = 0,013$ მმ, რაც ანათვლების აღების შეცდომაზე ნაკლებია. ნისი ოდენობა სისტემატური ხასიათის რომ არ იყოს, საჭიროა $(b-a)$ იყოს მცირე და სხვადასხვა ნიშნის.

5. დედამიწის ხილულ ზედაპირზე γ სიმძიმის ძალის აჩქარების ნორმალური სიდიდე წარმოადგენს ადგილის ϕ განედისა და H^Y ნორმალური სიმაღლის ფუნქციას. აღნიშნულის გამო საზომი მავთულის l_0 ქორდაში შეიქვეთ Δl_γ შესწორება ბაზისის გაზომვისა და მავთულის კომპარირების (სსრ კავშირში—მოსკოვი) ადგილის ნორმალური სიმძიმის ძალების სხვაობისათვის.

საბჭოთა კავშირში ხაზების გაზომვების დროს საზომი მავთულები იკიმება საწონებით. მაშასადამე, (8) ტოლობაში, რომლის გამოყენებაა აქ საჭირო, s , $\frac{\sigma}{q}$ და $\frac{q}{P}$ ელემენტები იქნება მუდმივები, ხოლო ადგილის შესაბამისად ცვლადი იქნება P საწონები. აღნიშნულის გამო (8) ტოლობის P ცვლადით გადიფერენციალებით მივიღებთ:

$$\Delta l_\gamma = \frac{\sigma}{q} \cdot s \cdot \Delta P = \frac{\sigma}{q} \cdot s \cdot P \frac{\Delta P}{P} \quad (7.2.5.22)$$

შესაბამისად γ_1 და γ_2 აღნიშნოთ სიმძიმის ძალის ნორმალური მნიშვნელობები მავთულის კომპარირებისა (მოსკოვის) და ბაზისის გაზომვის ადგილზე, მაშინ (22) ტოლობა მიიღებს ასეთ სახეს:

$$\Delta l_\gamma = \frac{\sigma}{q} \cdot s \cdot P \cdot \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_1} = \frac{\sigma}{q} \cdot s \cdot P \frac{\Delta \gamma}{\gamma_1} \text{ მმ.} \quad (7.2.5.23)$$

σ , q , s და P წინა მავალითებიდან მიღებული ოდენობების შესაბამისად $\frac{\sigma}{q} \cdot s \cdot P = 7,02$ მმ. მაშასადამე, (23) ტოლობა გადაიწერება შემდეგი სახით:

$$\Delta l_\gamma = 7,02 \frac{\Delta \gamma}{\gamma_1} \text{ მმ.} \quad (7.2.5.24)$$

მოსკოვიას ჩრდილოეთით ბაზისების გაზომვის დროს მიღებული შესწორების ნიშანი იქნება პლუსი, ხოლო სამხრეთში — მინუსი.

6. მავთულის ქორდის სიგრძეზე გარემოს მრავალ ფაქტორთა შორის შედარებით ძლიერ გავლენას ახდენს ქარი და წვიმა, რომელთა გავლენით l_0

ქორდის სიგრძე მცირდება და მისი გავლენა იღებს სისტემატური შეცდომის სახეს.

ემპირულად დადგენილია, რომ ქარის $v \approx 5$ მ/სეკ სიჩქარის დროს ფარდობითი შეცდომა აღწევს $1 : 500000$ და მისი ოდენობა იზრდება v^4 -ს პროპორციულად. ამდაგვარ შეცდომას იწვევს მავთულზე ნალექების გავლენა. მაგალითად, სათანადო ანგარიშით დადგენილია, რომ თუ მავთული დაიფარა $0,05$ მმ სისქის ნალექით, იგი გამოიწვევს მავთულის l_0 ქორდის სიგრძის შემცირებას $1 : 500000$ ოდენობით, აღნიშნული ფაქტორების გავლენის დადგენა პრაქტიკულად დიდ სიძნელეებთან არის დაკავშირებული, რის გამო მათი ოდენობები შესწორების სახით არ შეაქვთ ბაზისების გაზომვების დროს. ამიტომ მნიშვნელოვანი ოდენობის ქარისა და წვიმის დროს ბაზისების გაზომვა აკრძალულია.

7. ბაზისისა და საერთოდ ხაზების გაზომვის დროს, როგორც ცნობილია, საჭიროა დახრილი l_1 ქორდის პორიზონტული პროექციის განსაზღვრა. მაშასადამე, s სიგრძის მავთულის l_0' პორიზონტული პროექციის განსაზღვრა საჭიროა l_1 ქორდითა და h აღმატებით (ნახ. 2).

განხილავი პარაგრაფის მე-2 მუხლში მოყვანილი (11) დამოკიდებულებით

$$l_1 = l_0 - \Delta l_1, \quad (b)$$

რომელშიც (13) დამოკიდებულებების მიხედვით ჯაჭვერი ხაზის არასიმეტრიულობის გამო შესწორება

$$\Delta l_1 = 3 \cdot 10^{-3} h^2. \quad (c)$$

დახრილი l_1 ქორდის პორიზონტული პროექცია

$$l_0' = l_1^2 - h^2 = l_1 \left(1 - \frac{h^2}{l_1^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (d)$$

რომლის ნწკრივად დაშლით მივიღებთ:

$$l_0' = l_1 \left(1 - \frac{h^2}{2l_1^2} - \frac{h^4}{8l_1^4} - \dots \right). \quad (e)$$

მაშასადამე, ქორდის დახრილობისათვის შესწორება

$$\Delta l_h = l_0' - l_1 = -\frac{h^2}{2l_1} - \frac{h^4}{8l_1^3} - \dots \quad (7.2.5.25)$$

(25) დამოკიდებულებაში თუ შევიტანთ (b) დამოკიდებულებიდან l_1 -ის მნიშვნელობას, მივიღებთ:

$$l_0' = l_0 + \Delta l_h - \Delta l_1,$$

ანუ s სიგრძის მავთულის კომპარატორზე განსაზღვრული l_0 ქორდის პორიზონტზე დაყვანილი სიგრძე

$$l_0' = l_1 - \frac{h^2}{2l_1} - \frac{h^4}{8l_1^3} - 3 \cdot 10^{-3} h^2. \quad (7.2.5.26)$$

(26) დამოკიდებულებაში მავთულის ბოლოებს შორის სიმაღლეთა სხვაობის შედარებით სიმციერის გამო h^2 ორთომეტრიულ და h^2 ნორმალურ სიმაღ-

ლებებს შორის განსხვავებას უგულვებელყოფენ და *h*-ს იღებენ გეომეტრიული ნიველობით.

7.2.6. ბაზისის ბაზომვა

ბაზისის გაზომვისათვის საჭიროა შემდეგი თანამიმდევრობით შესრულდეს როგორც მოსამზადებელი, ისე უშუალო გაზომვითი სამუშაოები:

1. მიღება და დეტალურად დათვალიერება 7.2.3. პარაგრაფის *ა* მუხლში მოყვანილი საბაზისო ხელსაწყოთა შემადგენლობა;

2. უნდა შესრულდეს მეთოდების კომპარირება გაზომვების დაწყებამდე და მის შემდეგ 7.2.4. პარაგრაფში მოყვანილი წესით- საბჭოთა კავშირში I და II კლასის ტრიანგულაციის ბაზისების გაზომვებისათვის საჭირო მეთოდების კომპარირება სრულდება მოსკოვის კომპარატორზე. მეთოდების სიგრძის ცვლილება ზემოაღნიშნულ ორ კომპარირებას შორის არ უნდა აღემატებოდეს 30 მიკრონს I კლასისა და 50 მიკრონს II კლასის ბაზისებისათვის, რის გამო საჭიროა ბაზისის გაზომვის დროს მტკიცედ იქნეს დაცული მეთოდების გამოყენების წესი და რაც შეიძლება მოკლე დროში განხორციელდეს ბაზისის გაზომვა. საერთოდ სასურველია ორ კომპარირებას შორის დროის შუალედი არ აღემატებოდეს 1,5—2 თვეს. სპეციალური ტრიანგულაციისათვის საჭირო ბაზისების გაზომვისათვის უნდა ვისარგებლოთ საგანგებო ინსტრუქციით.

3. აწარმოებენ ბაზისის პუნქტების აგებას;

4. პუნქტების მშენებლობა უნდა გაწმინდონ ბაზისის ხაზი ხელშემშლელი საგნებისაგან და უზრუნველყონ პუნქტებს შორის დაუბრკოლებელი ხედვა;

5. ბაზისის სიგრძის რეფერენც-ელიფსოიდის ზედაპირზე დაყვანის (რედუქციის) მიზნით III კლასის ნიველობით აწარმოებენ სიმაღლეთი საფუძვლის უახლოესი მარკიდან ან რეპერიდან ბაზისის პუნქტზე აბსოლუტური სიმაღლის გადაცემას;

6. სახელმწიფო ტრიანგულაციაში რეკოგნოსირებით შერჩეულ ბაზისის სიგრძეს ჰყოფენ სამ ნაწილად (სპეციალურ ტრიანგულაციაში ბაზისის ასეთი დაყოფა არ არის სავალდებულო), რისთვისაც წინასწარ ყოველ 2—3 კილომეტრზე ასობენ სარებს, შემდეგ ბაზისის გასწვრივ აწარმოებენ დეტალურად დასარებას და 200—300 მეტრზე პალოების დასმას: ბაზისის თითოეული ნაწილი მაგრდება ბეტონის მონოლითებით და იყოფა დაახლოებით 2—3 სექციად. სექციის სიგრძედ იღებენ 30—45 მალს, ანუ 720—1080 მეტრს, იმ ვარაუდით, რომ ბრავადამ სათანადო წესით მოასწროს ერთ დღეში წინ და უკან სექციის გაზომვა

7. ორი ტექნიკოსი სამი კვალიფიციური და რამდენიმე დამხმარე მუშით სექციაში შტატივების დაყენებას იწყებენ ბაზისის პუნქტის ცენტრზე ლოტაპარატის დაკენტივით. შემდეგ მისგან პირველ პალოზე დაიკენტირება და მომწესობაში მოიყვანება თეოდოლიტი. ლოტაპარატიდან თავისაკენ დასარების წესით იდგმება შტატივები ურთიერთ $24 \text{ მ} \pm 1-3$ სმ მანძილზე ისე, რომ 24 მეტრზე ნაკლები და მეტი მანძილი ერთმანეთს ენაცვლება (მაგალითად, პირველ მალში აიღება 24 მეტრზე 1—3 სანტიმეტრით ნაკლები, ხოლო მეორეში მეტი და ა. შ.); აგრეთვე ყოველი ახალდაყენებული შტატივის მესამე ფეხი რიგრიგობით უნდა მოექცეს ბაზისის მარჯვნივ და მარცხნივ; ასე

რომ, ყველა შტატივის ორ-ორი უეხი იქნება ბაზისის გასწვრივ. შალების გამოვები აუცილებლად უნდა შესრულდეს ფოლადის უბრალო მავთულით დინამომეტრის დაჭიმვით. ამ მავთულის სიგრძე დაჭიმულ მდგომარეობაში უნდა უდრიდეს ინვარის საზომი მავთულის სიგრძეს. შემოხსენებული წესი შტატივდ უნდა დავიცვათ, რადგანაც სექციაში ერთი შტატივის ცენტრი რომ აღმოჩნდეს საზომი მავთულის სკალის გარეთ, შესრულებული შრომა ფუჭად ჩაივლის. სექციაში შტატივების დაყენება ხდება რამდენიმე მიახლოებით, ბოლოს მათ ფეხებს მტკიცედ ასობენ მიწაში და მხოლოდ სამიზნეების გადაადგილებით მათ ჯვარდინებს აყენებენ ზუსტად ბაზისის გასწვრივობაში ხაზების ბაზისის გასწვრივ და მის მართობულად დაყენებით; აგრეთვე ამოწმებენ მოპიჯნავე შტატივებამდე მანძილებს, ამის შემდეგ უკერენ სამიზნის ხრახნებს.

შტატივების დაყენების მოთხოვნილი სიზუსტე მნიშვნელოვნად აღემატება ბაფთების ხაზების გაზომვებისათვის მოთხოვნილ სიზუსტეს. მართლაც, ვისარგებლოთ (7.2.2.18) ნახაზითა და (7.2.2.23') დამოკიდებულებით:

$$\frac{\epsilon}{l} = \frac{k^2}{2l^2}$$

ყოველი მალის გასწვრივობის სიზუსტე $\frac{\epsilon}{l}$ მიღებულია 1:500000,

ე. ი.

$$\frac{1}{5\,000\,000} = \frac{k^2}{2 \cdot (24\,000 \text{ მმ})^2}$$

საიდანაც ბაზისის გასწვრივობიდან შტატივის დასაშვები გადაცილების ოდენობა $k \approx 15$ მმ. როგორც ვიცით, მეორე (ბაფთის) შემთხვევაში იგივე ტოლობით დასარვისათვის მივიღეთ $k \approx 63$ სმ. მაშასადამე, შტატივების ბაზისზე დაყენება უნდა შესრულდეს დიდი სიფრთხილით.

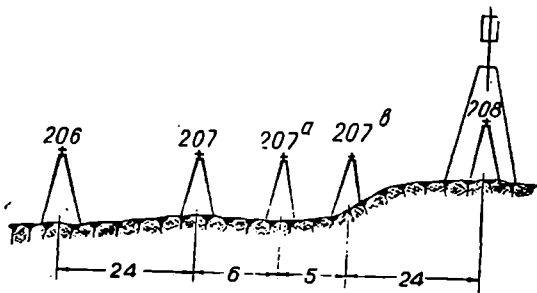
სექციის ბოლო შტატივის იდგილზე ნიადაგში ამაგრებენ დროებით ცენტრს 0,3—0,4 მეტრის სიგრძისა და 10—15 სანტიმეტრი დიამეტრის მქონე ბოძის სახით, რომლის ზედაპირი მიწის ზედაპირიდან უნდა იყოს 10—15 სანტიმეტრით დაბლა. დროებითი ცენტრის შემოთ აყენებენ მეორე ლოტაპარატს და მისი საშუალებით აღნიშნულ ბოძზე ასობენ ფართოთავიან ლურსმანს, რომელზეც ზუსტად წახაზავენ ურთიერთმართობ კვესურებს ბაზისის გასწვრივისა და მართობის მიმართულებით, აგრეთვე მათ გადაკვეთის წერტილს უნდა ემთხვეოდეს ლოტაპარატის ძაფთა გადაკვეთის წერტილი.

ბაზისის მონაკვეთში ან საერთოდ ბაზისში უკანასკნელი სექცია არ გამოდის 24 მეტრის ჯერადი, იგი 24 მეტრზე ნაკლებია (0 და 24 მეტრს შორის მანძილი), რომელსაც ნაშთი ეწოდება. ნაშთის სიგრძის შესაბამისად აყენებენ ერთ ან ორ შტატივს, რომლებიც შექმნიან მოკლე მალებს. იმისათვის, რომ მივიღოთ მოკლე მალებს შორის მინიმალური აღმატება, საჭიროებისამებრ მოკლე მალებს ზომავენ არა ბაზისის ბოლოს, არამედ რამდენიმე შტატივით წინ (ნახ. 1). მთელი ბაზისის სიგრძეზე იღებენ შტატივების საერთო დანომრვას არაბული ციფრებით (1, 2, 3, ..., 207, 208), ბოლო მოკლე მალეების შტატივებს მიაწერენ წინა სრული მალის შტატივის ნომერს ლათინური *a, b, c* ასოების მიწერით (მაგალითად, 4 ნახაზზე 207^a, 207^b).

იმ შემთხვევაში, როდესაც ბაზისის ნაწილი მოხვდება მცირედ მდგრად გრუნტზე, მაშინ შტატივების ნაცვლად იყენებენ გრუნტის მცირე სიღრმის

ბერეტში ჩასობილ პალოს. მათ თავზე ჩახრახნიან მთელანებს, რომელთაც ექნებათ ურთაერთმართობი შტრიხები მალეების ფიქსირებისათვის. ცხადია, ამ შემთხვევაში მალეების გაზომვების დროს საჭირო იქნება ლოტაპარატის გამოყენება.

8. ერთი ტექნიკოსი ორი მუშის დახმარებით ასრულებს სექციის გეომეტრიულ ნიველობას III კლასის მოთხოვნის შესაბამისად, რისთვისაც იყენებ



ნახ. 7.2.6.1.

ბენ კომპლექტში შემავალ მსუბუქ ლარტყებს ორმხრივი დანაყოფებითა და სფერული თარაზობით.

მუშები აღნიშნულ ლარტყებს სფერული თარაზოს გამოყენებით შეეუღლად დგამენ ხუფებით დახურულ სამიზნეებზე რიგ-რიგობით; ვაკე ადგილებში ნიველირის ერთი დგომით ანათვლების აღებას აწარმოებენ 5—6 სამიზნეზე, ხოლო დიდი დაქანების მალეების ნიველობა სრულდება მათ შუაში ნიველირით დგომით. ლარტყის შავ მხარეზე ანათვლები აიღება სამი ძაფით (სამანძილზომო ძაფებით აღებული ანათვლები საკონტროლოა) და წითელზე—მხოლოდ შუა ძაფით. ანათვლები იწერება შტატივების ნომრების გასწვრივ საგანგებო უჯრულში. შავ და წითელ ანათვალთა სხვაობათა სხვაობა არ უნდა გადასცილდეს 2 მმ. ნიველობა უნდა შესრულდეს ძლიერ ფრთხილად, რომ დაცული იყოს შტატივების მდგრადობა. მიღებულია, რომ ყოველ სექციაში წინ ნიველობა შეარულდეს მისი გაზომვის დაწყებამდე, ხოლო უკან ნიველობა მისი უკან გაზომვის შემდეგ. III, IV და სპეციალური კლასის ბაზისების ნიველობა ინსტრუქციის მითითებით შეიძლება მხოლოდ ერთხელ (წინ). ამ დროს შავ ანათვალთა სხვაობა წითელ ანათვალთა სხვაობისაგან შეიძლება განსხვავდებოდეს 5 მილიმეტრამდე.

მალში აღმატების გაზომვის შეცდომის დადგენისათვის h -ით გავადიფერენციალოთ (7.2.5.25) ფორმულა; პირველი წევრის მხედველობაში მიღებითა და l_1 -ის მაგიერ l -ის შეტანით დავწერთ:

$$d(\Delta l_1) = \frac{h}{l} dh, \quad (7.2.6.1)$$

ანუ

$$\frac{d(\Delta l_1)}{l} = \frac{h}{l^2} dl. \quad (7.2.6.2)$$

ე. ი. მალის მთელანებს წორის ნიველობის dh შეცდომით გამოწვეული მისი სიგრძის სიზუსტე ანუ ფარდობითი შეცდომა h აღმატების პირდაპირპროპორციულია და l სიგრძის კვადრატის უკუპროპორციული. ამიტომ წარჩენების ნიველობა უნდა შესრულდეს შუა ადგილიდან, რაც შეიძლება დიდი სიზუსტით.

მივიღოთ, რომ მალის ნიველობის შეცდომა $dh = \pm 2$ მმ, აღმატება $h = 1$ მ; $l = 24$ მ, მაშინ (2) ტოლობით მივიღებთ:

$$\frac{d(\Delta h)}{l} \approx \frac{1}{300\,000}, \quad (a)$$

ვ. ი. მალის სიგრძეში შეცდომის ოდენობა

$$d(\Delta h) = \frac{24\,000 \text{ მმ}}{300\,000} = \pm 0,08 \text{ მმ.}$$

შემოაღწეული მონაცემებით $s = 4\,800$ მ ბაზისისათვის იმავე სახის შეცდომა

$$d(\Delta h)_s = \pm 0,08 \times \sqrt{200} \approx \pm 0,08 \times 14,142 = 1,13136 \approx 1,13 \text{ მმ.}$$

ხოლო სიზუსტე

$$\frac{d(\Delta h)_s}{s} = \frac{1,13}{4\,800\,000} \approx \frac{1}{4\,240\,000}$$

(2) დამოკიდებულებიდან

$$dh = \frac{l^2}{h} \cdot \frac{d(\Delta h)}{l}. \quad (7.2.6.3)$$

(ა) ტოლობის გამოყენებით (3) დამოკიდებულებით დაკადგნით h აღმატების სხვადასხვა ოდენობისათვის რას არ უნდა აღემატებოდეს მალის ნიველობის dh შეცდომა, მაგალითად, როცა h აღმატება ტოლია 0,5 მ, 1,0; 1,5; 2,0 მ, შესაბამისად, დასაშვები dh შეცდომები იქნება 3,8 მმ, 1,9; 1,3; 0,9 მმ.

როგორც ვხედავთ, რაც მეტია მალის დახრა, მით უფრო ზუსტად არის საჭირო ნიველობის შესრულება. ამიტომ ინსტრუქციით მითითებულია, რომ მალის წინ და უკან ნიველობის შედგენა შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს 3 მმ, როცა $h < 1$ მეტრზე, ხოლო 2 მმ, როცა $h > 1$ მეტრზე.

საყურადღებოა, რომ ნიველობაზე შეიძლება დიდ გავლენას ახდენდეს სისტემატური ხასიათის ინსტრუმენტული და რეფრაქციის შეცდომები, ამიტომ საჭიროა ნიველობას მაღალი ხარისხის ინსტრუმენტით აწარმოებდეს გამოცდილი დამკვირვებელი.

9. ნიველობით რამდენიმე მალის გავლის შემდეგ იწყება ბაზისის საკუთრივ გაზომვა. ამ ოპერაციას ასრულებს თერთმეტი, თხუთმეტი ან ცხრამეტი კაცი, ხელმძღვანელი, რომელიც აგრეთვე აწარმოებს ყურნალს და ზომავს ჰაერის ტემპერატურას შურდულა (პრაშჩას) თერმომეტრით, მავთულის სკალეზე ორი ამთვლელი, დაზგებზე ორი მუშა, ორი მუშა საწონების ჩამოსაკიდებლად და ორ-ორი მუშა თითოეული მავთულის დასაჭერად, ე. ი. ორ მავთულზე 4 მუშა, ოთხ მავთულზე 8, ხოლო ექვსზე—12 მუშა.

უეცარი დაკვირვისა, ტემპერატურის ცვალებადობისა და სხვა გარემო მიზეზებით შეიძლება იცვლებოდეს მავთულის სიგრძე, ამიტომ ბაზისების გაზომვები სრულდება რამდენიმე მავთულით და სათანადო შემოწმებით ვლინდება ის მავთული, რომელიც ბაზისის გაზომვის პერიოდში დიდად იცვლება.

ბაზისის ყოველი სექცია (ან მთლიანად ბაზისი) იზომება ორი მავთულით: წინ და იმავე მავთულებით უკან, როცა საბაზისო ხელსაწყოებში შედის მხოლოდ ორი მავთული. III და IV კლასის ტრიანგულაციის ბაზისებში იზომება ოთხი მავთულით, მაშინ ყოველი სექცია იზომება წინ ორი მავთულით და უკან სხვა ორი მავთულით, ხოლო I და II კლასის ბაზისების სექციები კი იზომება ექვსი მავთულით, რისთვისაც მიღებულია წყვილ-წყვილი მავთულების შემდეგნაირად შერჩევა:

მავთულების ნომრები

ბაზისების სექციები	პირდაპირი სვლა	უკუსვლა
I	1 და 2	3 და 4
II	5 და 6	1 და 2
III	3 და 4	5 და 6

ყოველ წყვილში შეჰყავთ ისეთი მავთულები, რომელთა ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი ურთიერთ მნიშვნელოვნად განსხვავდება: ამით ხდება ტემპერატურის გაზომვის შეცდომების გავლენის კომპენსაცია.

გაზომვის დაწყებამდე ნახევარი საათით ადრე ხელმძღვანელისა და ამოვლელების მეთვალყურეობით მუშები ხსნიან დოლიდან მავთულებს ისე, რომ აუცილებლად მავთულების სკალის წარწერების ზრდა იყოს წინ, ანუ ბაზისის გაზომვის მიმართულებით, ტილოთი მოაცილებენ ვაზელის და სკალების საკიდებით ჩამოკიდებენ ბაზისის ახლოს ან ხელით იჭერენ დაუჭიმავად.

ხელმძღვანელების მითითებით მუშები აყენებენ მალის მარცხნივ და მარჯვნივ დაზგებს; ამოვლელები მიიღებენ ერთ-ერთ მავთულს მუშებისაგან და დაზგებთან მდგომი ორი მუშის დახმარებით მავთულის საკიდებს გამოაბამენ საწონების ჩამოსაკიდ სიმებს და დაზგების რეგულირებით აღწევენ, რომ მავთული იყოს ბაზისის გასწვრივ, რისთვისაც საჭიროა სკალის პირი იყოს სამიზნის გრძივი შტრიხის ოდნავ მაღლა და გასწვრივ; წინა ამოვლელი ხმამაღლა იძლევა განკარგულებას „მოემზადეთ“, ამასთან დაკავშირებით მუშები, რომელთაც საწონები აბარიათ, სიმებს გამოსდებენ საწონებს, მხოლოდ საწონეები ხელით უჭირავთ იმავე ამოვლელის შემდეგ შექაზილამდე „საწონები“, რის შემდეგად ფრთხილად შეუშვებენ ხელს საწონებს; მავთულის რხევისაგან დაწყნარებისთანავე წინა ამოვლელი შესძახებს „ანათვალს“ და ხმამაღლა კარნახობს სკალზე 0,1 მილიმეტრის სიზუსტით ანათვალს, რაც სამი ციფრისაგან შედგება—პირველად იმახის მესამე ციფრს, ანუ მილიმეტრის მეათედებს და შემდეგ პირველსა და მეორეს ერთად ანუ მილიმეტრებს. მაგალითად, ამოვლელის ძახილი „ექვსი ოცდათექვსმეტი“ ნიშნავს 36,6 მილიმეტრს (ათვლის ასეთი წესი ამოვლელების ყურადღებას ამახვილებს, რათა მათ აიღონ მილა-

მეტრის ნაწილები ზუსტად, რადგანაც სანტიმეტრებსა და მილიმეტრებში შეცდომები ადვილად ელინდება; წინა ამთვლელის ნაკარნახებს, ვთქვათ: „ერთი ორმოცდარე“ მალის შუაში მდგომი ხელმძღვანელი წერს ჟურნალს: b (წინა) ანათვალის სვეტში, ე. ი. $b = 42,1$; ამ პროცესის პერიოდში უკან ამთვლელს წინა ამთვლელთან თანადროულად უკვე აღებული აქვს ანათვალის, ვთქვათ, $a = 25,3$ და მცირე დაყოვნების შემდეგ, რომ ხელმძღვანელმა მოასწროს ჩაწერა, კარნახობს „სამი ოცდახუთი“, რასაც ხელმძღვანელი წერს უკან a სვეტში და დაუყოვნებლივ გამოითვლის $b - a = 42,1 - 25,3 = +16,8$ მმ სხვაობას, რაც თავისი ნიშნით იწერება ჟურნალის $(b - a)$ სვეტში; ასეთი წესით აიღება სამი წყვილი ანათვალის ყოველ ჯერზე წინა ამთვლელის მიერ მავთულის 1—2 სანტიმეტრით წინ ან უკან გადაწვეით. სამი სხვაობის ურთიერთგანსხვავება დასაშვებია. I და II კლასის ბაზისების გაზომვების დროს 0,2—0,3 მმ, ხოლო III და IV კლასის შემთხვევაში 0,5 მმ. როცა სხვაობათა სხვაობები არ არის დასაშვები, ხელმძღვანელის მითითებით ისევ უნდა იქნას გამეორებული ანათვლების აღება, მაგალითად, IV კლასის ბაზისში $+16,8$; $+16,2$; $+16,4$ მმ დაუშვებელია, ხოლო $+16,8$; $+16,6$; $+16,4$ დასაშვებია, რომელთა საშუალო იქნება $+16,6$ მმ. მუშების მიერ საწონების აწვევა და მოხსნა, გამოყენებული მავთულის მოხსნა, შემდეგი მავთულის ჩამოკიდება და ანათვლების აღება ხდება ზემოხსენებული წესით, მხოლოდ წინა ამთვლელის ბრძანებით. საკიდებზე გამოძმულ მავთულებს მუშები ძლიერ ფრთხილად ვადაიტანენ და იჭერენ შემდეგი მალის გვერდით.

მეორე მალის გაზომვისათვის უკან ამთვლელი თავისი დამხმარეებით ვადაიტანს დაზგასა და საწონს მეორე მალის ბოლო შტატივთან და მისი მითითებით მალის მარჯვნივ აყენებენ დაზგას, ე. ი. შესარულებს წინა ამთვლელის ფუნქციას, ხოლო ყოფილი წინა ამთვლელი რჩება ადგილზე და, იქცევა რა უკან ამთვლელად, მოაბრუნებიებს დაზგას მეორე მალის მარცხნივ და მეორდება წინა ამთვლელის კარნახით ყოველივე, რაც პირველი მალის გაზომვის დროს შესრულდა. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს იმას, რომ დაზგები არ შეეხოს შტატივებს. ამთვლელების გადაადგილების მიღებული წესით ხდება მათ მიერ ერთი და იმავე შტატივზე სრული გაზომვები, რაც ხელს უწყობს პირადი შეცდომების გაბათილებას, ხოლო დაზგების გადაადგილებით კი ხდება ბლოკზე (კოჭონაჭი) ხახუნის ძალის განსხვავების კომპენსაცია. ხელმძღვანელი ყოველ 10—15 მინუტში, მაგრამ არაუმეტეს 4—5 მალისა, იღებს ორი თერმომეტრით ჰაერის ტემპერატურას და საზღვრავს ყოველ ჯერზე საშუალოს.

დიდი დაჭანების მქონე მალეებში როგორც წინ, ისე უკან გაზომვის დროს მხოლოდ წინა ამთვლელი სკალაზე თითის დაჭერით ამაგრებს მავთულს, რომ არ მოხდეს მისი დატურება.

ხელმძღვანელი სისტემატურად ამოწმებს მავთულების სიგრძეებზე მუდმივობას, რისთვისაც ყოველ მალში თითოეული მავთულისათვის საზღვრავს წინ $(b - a)$ საშუალოს და უკან $(b - a)$ საშუალოს სხვაობას. მოითხოვება, რომ ამ უკანასკნელის ოდენობა არ გადასცილდეს იმავე მავთულის კომპარირების დროს დადგენილ ოდენობას, რაც საერთოდ აღწევს $\pm 0,2$ მილიმეტრს

თუ ვექვობთ შტატივების უძრავობის შესახებ, საჭიროა წინა მალი ხელ-მეორედ გაიზომოს, რომლის ოდენობა ადრე განაზომის ოდენობისაგან არ უნდა განსხვავდებოდეს $\pm 0,3$ მილიმეტრით.

სექციის უკანასკნელ შტატივებს შორის მალის სიგრძე წინ უნდა გაიზომოს ორჯერ, ოპტიკური ცენტრირის (ლოტაპარატის) 180° -ზე შებრუნებით. რათა მოისპოს ცენტრირის ოპტიკური სამიზნე ღერძის ზუფის ცენტრისადმი შეუთავსებლობა.

სექციის შებრუნებით გაზომვების დაწყებამდე ამოვლელები იცვლიან ადგილებს და თან გადაიტანენ თავიანთ დაზგებს, აგრეთვე მუშები ფრთხილად შეაბრუნებენ მავთულებს ისე, რომ სკალების ზრდადი წარწერები იზრდებოდეს სექციის უკან სვლის მიმართულებით.

სექციის წინ და უკან გაზომვის შემდეგ, რაც ერთი დღის მუშაობით სრულდება, დარჩის პასუხისმგებლობით ადგილზე სტოვებენ სექციის ბოლოს ლოტაპარატს და აყენებენ 3—4 შტატივს, რაც საშუალებას იძლევა გაეაგრძელოთ მეორე სექციის გაზომვები. სანამ მეორე სექციის გაზომვას დაიწყებდნენ, საჭიროა პირველი სექციის დატოვებულ შტატივებს შორის ერთ-ერთი მალის საკონტროლო გაზომვა. ძველ და საკონტროლო განაზომებს შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 0,3$ მილიმეტრს.

როგორც ცნობილია, ნაშთის ოდენობა შეიძლება იყოს 0—24 მეტრის შორის ნებისმიერი. ამავე დროს მისი ოდენობის გასაზომვად საბაზისო ხელსაწყოში არის 4, 8 ან 6 მეტრის სიგრძის რულეტი. მაშასადამე, საჭირო გახდება რამდენიმე შტატივის დამატებით დაყენება. მაგალითად, იმის გამო, რომ ბაზისის ბოლო პუნქტები ხილვადობის გაუმჯობესების მიზნით შერჩეულია მაღალ ადგილზე, 11 მეტრის სიგრძის ნაშთი გადატანილია ვაკე ადგილზე დამატებით 207^ა და 207^ბ შტატივების დადგმით, რაც ნაჩვენებია 7.2.6.1. ნახაზე. რულეტით ნაშთი იზომება სამ-სამი ანათვლის საშუალოთი სპეციალური მილიმეტრებიანი სახაზავის გამოყენებით. ყოველივე იწერება ჟურნალში და აგრეთვე იხაზება შენიშვნაში. პრაქტიკაში ზმირია შემთხვევა, როცა ვაკე ადგილებში ირჩევენ ბაზისს უნაშთოდ, რითაც თავისუფლდებიან ნაშთის გაზომვისაგან.

როგორც აღვნიშნეთ, მავთულების კომპარირება ხდება ბაზისის გაზომვის დაწყებამდე და შემდეგ. ყოველი მავთულის საბოლოო სიგრძედ იღებენ ორივე შედეგთა საშუალოს.

7.2.7. ბაზისის სიგრძის გამოთვლა

ვთქვათ, ბაზისი არ არის დაყოფილი სექციებად. ასეთ შემთხვევაში ბაზისის სიგრძის გაზომვა სრულდება შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. ბაზისის ჟურნალში უნდა შემოწმდეს თითოეული მავთულისათვის წინა და უკანა სკალაზე ანათვალთა $(b_1 - a_1)$, $(b_2 - a_2)$, $(b_3 - a_3)$ სხვაობების ნიშნისა და ოდენობის სისწორე;

2. თითოეული მალისა და მავთულისათვის გამოითვლება სხვაობათა საშუალო $(b - a)_i = \frac{(b_1 - a_1) + (b_2 - a_2) + (b_3 - a_3)}{3}$ მილიმეტრის მეასედი სიზუსტით

და შემდეგ განისაზღვრება მათი $\sum_{i=1}^n (b-a)_i$, ჯამი (ბაზისი ნაწიის გარეშე),

სადაც $i=1, 2, \dots, n$ არის მალეების რაოდენობა;

3. სანიველო ჟურნალში თითოეული მალისათვის მოწმდება ლარტყის შავ და წითელ მხარეზე უკანა და წინა დანამზერების სხვაობათა სხვაობა, რომელთა შორის განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს III კლასის ნიველობრს მოთხოვნას;

4. განისაზღვრება თითოეული მალის წინ და უკან აღმატებათა h საშუალო;

5. ყველა მალის აღმატებათა ჯამი უნდა უდრიდეს ბაზისის პუნქტებს შორის აღმატებას. მათ შორის განსხვავება უნდა შეესაბამებოდეს III კლასის ნიველობრის მოთხოვნას.

6. გამოითვლება პირდაპირ და უკუსვლაზე l_m საშუალო ტემპერატურა გრადუსის მეთადი სიზუსტით;

7. ყველა ზემოხსენებულის ანალოგიური მონაცემები უნდა იქნეს ცალკე გამოთვლილი r ნაშთისათვის;

8. გამოითვლება ბაზისის L_i სიგრძე ყოველი ცალკეული მავთულის მონაცემების მიხედვით;

$$L_j = n l_0 + n \Delta l_0 + \sum_{i=1}^n (b-a)_i + \Delta L_i, \quad (7.2.7.1)$$

სადაც $j=1, 2, \dots, k$ არის მავთულების რაოდენობა;

$i=1, 2, \dots, n$ — ბაზისში მალეების რაოდენობა, რომელშიც არ შევა ნაშთის სიგრძე, ანუ მოკლე მალეები;

l_0 — მავთულის ნომინალური სიგრძე (24 მ);

Δl_0 — მავთულის სიგრძის შესწორება კომპარირებით (მისაოდენობა ისაზღვრება როგორც საშუალო ბაზისის გაზომვის დაწყებამდე, ისე გაზომვის შემდეგ კომპარირების მონაცემებით);

$\sum_{i=1}^n (b-a)_i$ — თითოეული მავთულისათვის წინ და უკან სკალაზე ანათვალთა სხვაობების საშუალოთა ჯამი მთელ ბაზისში (ნაშთის მალეების გარეშე);

ΔL_i — ტემპერატურული შესწორება, გამოწვეული ბაზისის გაზომვისა და მავთულის კომპარირების დროს ტემპერატურის სხვაობით.

ყოველი მალისათვის ტემპერატურული შესწორება, თანახმად (7.2.5.19) დამოკიდებულებისა, გამოისახება ტოლობით:

$$\Delta l_{t_i} = \alpha(t_i - t_0) + \beta(t_i^2 - t_0^2), \quad (a)$$

სადაც α და β არის მავთულის ხაზოვანი და კვადრატული კოეფიციენტი, რომლებიც მოცემულია მავთულის პასპორტში;

t_i — ჰაერის ტემპერატურა ნებისმიერი i მალის გაზომვის დროს;

t_0 — ჰაერის ტემპერატურა მავთულის კომპარირების დროს.

ბაზისის ΔL_i ტემპერატურული შესწორება იქნება ალგებრული წამი n მალის ტემპერატურული შესწორებებისა, მაშასადამე.

$$\Delta L_i = \sum_{i=1}^n \Delta l_i = \alpha \sum_{i=1}^n (t_i - t_0) + \beta \sum_{i=1}^n (t_i^2 - t_0^2),$$

ანუ

$$\Delta L_i = n \alpha \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i - t_0) \right\} + n \beta \left\{ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i^2 - t_0^2) \right\}. \quad (b)$$

შემოვიტანოთ ყოველი მავთულის ბაზისის გაზომვის დროს საშუალო t_m ტემპერატურის ცნება, რომლის სიდიდე

$$t_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i,$$

აგრეთვე β კოეფიციენტის სიმცირის გამო მივიღოთ

$$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i^2 \approx t_m^2,$$

რომელთა გამოყენებით (b) დამოკიდებულება გადაიწერება ასეთი სახით:

$$\Delta L_i = n \{ \alpha (t_m - t_0) + \beta (t_m^2 - t_0^2) \}. \quad (7.2.7.2)$$

ყოველი მავთულით გაზომილი ბაზისის სიგრძე (ნაშთის მალეების გარეშე)

(1) ტოლობის შესაბამისად გამოითვლება ტოლობით:

$$L_j = n l_0 + n \Delta l_i + \sum_{i=1}^n (b-a)_i + n \{ \alpha (t_m - t_0) + \beta (t_m^2 - t_0^2) \}. \quad (7.2.7.3)$$

ყოველი მავთულისათვის ამ ტოლობით გამოთვლილი ბაზისის სიგრძის პირდაპირ და უკუსვლას შორის სხვაობა არ უნდა აღემატებოდეს ($4 \sqrt{L}$ კმ) მილიმეტრს, რის შემდეგ ისაზღვრება ბაზისის სიგრძე, როგორც ყველა მავთულის პირდაპირი და უკუსვლის საშუალო არითმეტიკული, ტოლობით:

$$L = \frac{1}{2k} \sum_{j=1}^{2k} L_j. \quad (7.2.7.4)$$

9. გამოითვლება ბაზისის შუა წერტილში ჰორიზონტული პროექციის, ანუ მისი ქვედებულის, L_0 სიგრძე ნაშთის მოკლემალების სიგრძეების) გარეშე:

$$L_0 = L + \Delta L_k + \Delta L_p + \Delta L_{(b-a)} + \Delta L_\gamma, \quad (7.2.7.5)$$

სადაც ΔL_k არის შესწორება ბაზისის მალეების დახრის გამო ანუ ჰორიზონტზე დაყვანა (ნაშთის მალეების გარეშე); მისი ნიშანი ყოველთვის მინუსია.

ΔL_p — შესწორება ჩაკეური ხაზის არასიმეტრიულობის გამო.

მისი ნიშანი ყოველთვის პლუსია:

$\Delta L_{(b-a)}$ — შესწორება სკალეების დახრილობის გამო, რომლის ნიშანი დგინდება $\Sigma(b-a)$ ნიშნის მიხედვით:

ΔL_γ — შესწორება სიმძიმის ძალის ცვალებადობის გამო. (7.2.5.25) დამოკიდებულების შესაბამისად:

$$\Delta L_k = -\frac{1}{2l_0} \sum_{i=1}^n h_i^2 - \frac{1}{8l_0^3} \sum_{i=1}^n h_i^4, \quad (7.2.7.6)$$

ხოლო (7.2.5.13) დამოკიდებულების მიხედვით:

$$\Delta L_p = 3 \cdot 10^{-3} \sum_{i=1}^n h_i^2, \quad (7.2.7.7)$$

სადაც ΔL_p მიიღება მილიმეტრებში, თუ h -ს შევიტანთ მეტრებში.

თანახმად (7.2.5.21) ფორმულისა, შესწორება სკალეების დახრილობისათვის გამოითვლება ტოლობით:

$$\Delta L_p = -\frac{g^2 l_0^2}{8f^2 2k} \sum_{i=1}^n (b-a)_i.$$

პრაქტიკულად მის ოდენობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$\Delta L_p = \left\{ -2,155 \frac{1}{2k} \sum_{i=1}^n (b-a)_i \right\} \text{ მმ}. \quad (7.2.7.8)$$

შესწორება სიმძიმის ძალის ცვალებადობის გამო გამოითვლება ფორმულით

$$\Delta L_\gamma = 7,02 \frac{I_2 - \gamma_1}{\gamma_1} \cdot n, \quad (7.2.7.9)$$

სადაც γ_1 და γ_2 შესაბამისად, არის მავთულის კომპარირებისა და ბაზისის ადგილებისათვის ჰელმერტის (1.6.8.37) ფორმულით განსაზღვრული სიმძიმის ძალის აჩქარების ნორმალური ოდენობები. განხილადი შესწორება ისაზღვრება ადგილის B განედის მიხედვით და მისი ნიშანია მოსკოვის სამხრეთით

ძღებარე ადგილებისათვის მინუსი, ხოლო ჩრდილოეთით ძღებარე ადგილებისათვის კი პლუსი.

10. ანგარიშობენ ნაშთის, ანუ მოკლე მალეების, პორიზონტულ r სიგრძე. ფორმულით:

$$r = \sum_{i=1}^m (d_{i_1} + \Delta'_{oi_1} + \Delta_{i_1} + \Delta h_{i_1}), \quad (7.2.7.10)$$

სადაც $i = 1, 2, \dots, m$ არის ნაშთის (მოკლე მალეების) რაოდენობა;

d_{i_1} — მალის გაზომილი სიგრძე;

Δ'_{oi_1} — რულეტის სიგრძის შესწორება კომპარირების შესაბამისად;

Δ_{i_1} — ტემპერატურული შესწორება;

Δh_{i_1} — მოკლე მალეების დახრილობის შესწორება.

Δ_{oi_1} შესწორებას იღებენ მალის d_{i_1} სიგრძის პროპორციულად. მაგალითად, თუ d_0 სიგრძის რულეტს აქვს კომპარირების შესწორება Δ_0 , მაშინ d_{i_1} სიგრძის შესწორება

$$\Delta'_{oi_1} = \Delta_0 \frac{d'_{i_1}}{d_0}; \quad (7.2.7.11)$$

ყოველი მოკლე მალის ტემპერატურული შესწორება გამოითვლება ტოლობით.

$$\Delta_{i_1} = \alpha \frac{d'_{i_1}}{d_0} (t_{i_1} - t_0) + \beta \frac{d'_{i_1}}{d_0} (t_{i_1}^2 - t_0^2), \quad (7.2.7.12)$$

ხოლო ყოველი მოკლე მალის დახრით შესწორების სიდიდე

$$\Delta h_{i_1} = -\frac{h^2}{2d_{i_1}} - \frac{h^4}{8d_{i_1}^3} \quad (7.2.7.13)$$

11. გამოითვლება ბაზისის სრული პორიზონტული S სიგრძე ტოლობით.

$$S = L_0 + r; \quad (7.2.7.14)$$

12. უნდა მოხდეს გაზომილი ბაზისის პორიზონტული S სიგრძის რედუცირება (დაყვანა) რეფერენც-ელიფსოიდის ზედაპირზე ფორმულით:

$$S_{Hr} = S + \Delta S_{Hr}. \quad (7.2.7.14')$$

ამ ტოლობის მარჯვენა მხარის მეორე წევრი წარმოადგენს ბაზისის S სიგრძის რედუქციას რეფერენც-ელიფსოიდის ზედაპირზე და ისაზღვრება ფორმულით:

$$\Delta S_{Hr} = -S \frac{H_m^Y + \zeta_m^Y}{R_m} + S \left(\frac{H_m^Y + \zeta_m^Y}{R_m} \right)^2, \quad (7.2.7.15)$$

სადაც $H_m^Y = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i^Y$ არის შტატივების ნორმალური სიმაღლეები.

საშუალო;

n — შტატივების რაოდენობა;

H_i^Y — შტატივების სამიზნეების ნორმალური სიმაღლეები, რომელთა ოდენობები ისაზღვრება გეომეტრიული ნიველობით:

z_m^Y — საშუალო ანომალია ბაზისის მიმართულებით (აიღება რუკიდან);

$R_m = R_0$ — ბაზისის შუა წერტილში სიმრუდის რადიუსი, რომლის ოდენობაც ისაზღვრება (2.2.4.1) ფორმულით.

სპეციალურ ტრიანგულაციაში ბაზისის სიგრძე დაიყვანება მოცემულ ტერიტორიის საშუალო დონეზე ან საგანგებოდ შერჩეულ დონეზე. საგანგებოდ შერჩეულ დონეზე ბაზისი დაიყვანება ტოლობით:

$$S_{H_i^Y} = S - S \frac{\Delta H}{R_0}, \quad (7.2.7.16)$$

სადაც

$$\Delta H = H_m^Y - H_0^Y;$$

ამ უკანასკნელში კი H_m^Y არის ბაზისის საშუალო ნორმალური სიმაღლე;

H_0^Y — გეგმილთ ზედაპირის საშუალო ნორმალური სიმაღლე.

13. განისაზღვრება გაუსის პროექციაში სიბრტყეზე დაყვანილი ბაზისის სიგრძე (2.5.4.13) ტოლობით:

$$S_0 = S_{H_0^Y} + \Delta S_0, \quad (7.2.7.17)$$

ხოლო რედუქციის ოდენობა კი გამოითვლება (2.5.4.15) ფორმულით:

$$\Delta S_0 = S_{H_0^Y} \left(\frac{y_m^2}{2R_m^2} + \frac{(\Delta y)^2}{24R_m^2} \right), \quad (7.2.7.18)$$

სადაც $y_m = \frac{y_1 + y_2}{2}$ არის ბაზისის შუა წერტილის ორდინატა;

$\Delta y = y_2 - y_1$ — განაპირა წერტილების ორდინატების სხვაობა;

$R_m = R_0$ — ბაზისის შუა წერტილში სიმრუდის რადიუსი.

7.2.8. ბაზისის სიბრტყის განაზომის სიზუსტის შეფასება

ისე, როგორც საერთოდ, ბაზისის განაზომთა სიზუსტის შეფასებისათვის საჭიროა მხადველობაში მივიღოთ როგორც შემთხვევითი, ასევე ნარჩენი სიატემატური ხასიათის შეცდომები, რომელთა ნიშნები უმრავლეს შემთხვევაში ცვალებადია. არის ისეთი სახის შეცდომებიც, რომელთა შეცნობა შეუძლებელია და მათი გავლენის განსაზღვრა უშუალოდ ვერ ხერხდება. ზემოაღნიშნული მიზეზით ბაზისის განაზომთა სიზუსტის შეფასებას ახდენენ: თ ე ი თ კ ა -

ზომვის შედეგების ანალიზის საფუძველზე ან თანაბარი გაკლენის პრინციპის გამოყენებით. როცა ბაზისი იზომება წყვილ განაზომების წესით, მაშინ მისი განაზომების სიზუსტეს აფასებენ ორმაგ განაზომთა ფორმულებით.

1. თვით გაზომვის შედეგების ანალიზის საფუძველზე ბაზისის განაზომთა სიზუსტის შეფასება

(7.2.7.3) ტოლობით განსაზღვრული ყოველი მავთულით გაზომილი ბაზისის L_i სიგრძის ოდენობებსა და (7.2.7.4) დამოკიდებულებით განსაზღვრულ ყველა მავთულით გაზომილი ბაზისის საშუალო L სიგრძეს შორის სხვაობებით განისაზღვრება იმდენი უაღბათესი v_j შეცდომა, რამდენი მავთულიც გვაქვს. ეს უკანასკნელი კი განაზომთა შეცდომების თეორიაში მიღებული ბესელის ([13]—10, 2, 16, 2 და 17, 1 ფორმულები) ფორმულით საშუალებას მოგვცემს შევადაროთ სიზუსტე შედეგთა შინაგანი შესაბამისობის შესახებ, მაგალითად:

$$v_j = L_j - L, \quad (7.2.8.1)$$

ხოლო ბესელის ფორმულით ერთი მავთულის ბაზისის გაზომვის საშუალო კვადრატული m შეცდომა იქნება:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{k-1}}, \quad (7.2.8.2)$$

სადაც $j=1,2$, k არის გამოყენებული მავთულების რაოდენობა.

ყველა მავთულით ბაზისის გაზომვის M_1 საშუალო კვადრატული შეცდომა

$$M_1 = \frac{m}{\sqrt{k}} = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{k(k-1)}}. \quad (7.2.8.3)$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც ბაზისი ნაწილ-ნაწილ (სექციებად) არის გაზომილი, (3) დამოკიდებულების სახე საერთაშორისო გეოდეზიური კავშირის რეკომენდაციით იქნება ასეთი:

$$M_1 = \pm \sqrt{\frac{[v^2]_1}{k_1(k_1-1)} + \frac{[v^2]_2}{k_2(k_2-1)} + \dots + \frac{[v^2]_n}{k_n(k_n-1)}}, \quad (7.2.8.4)$$

სადაც n არის სექციების რაოდენობა;

k_i — სექციაში მავთულების რაოდენობა, $i=1, 2, \dots, n$;

v_i — სექციაში უაღბათესი შეცდომა, $i=1, 2, 3, \dots, n$;

ბაზისის ერთ კილომეტრზე საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით:

$$M_{100} = \frac{M_1}{\sqrt{k}}, \quad (7.2.8.5)$$

სადაც k' არის ბაზისის სიგრძეში კილომეტრების რაოდენობა.

(3) ფორმულა სრულად ითვალისწინებს მხოლოდ განაზომთა შემთხვევით შეცდომებს, როგორცაა: სკალეზზე ათვლების აღების შეცდომა; ამთვლელთა მიერ არათანადროულად ანათვლების აღება; სკალეების დანაყოფები.

შეცდომები; მავთულის კომპარირების შეცდომა (აქ არ შევა კვერთხით კომპარატორის სიგრძის დადგენის შეცდომა); მავთულის გაფართოების კოეფიციენტების განსაზღვრის შემთხვევითი შეცდომა; მავთულის უთანაბროდ დაჭიმვის შეცდომა, რასაც იწვევს მისაბმელი სიმის დაზვის კოკონაქთან ხახუნი და სხვა. გარდა ჩამოთვლილი შეცდომებისა, (3) ფორმულა ნაწილობრივ ითვალისწინებს ატრეთვე ზოგი შეცდომების გავლენას, მაგალითად, როგორც არის გარემოს მიერ გამოწვეული შეცდომები. ასე, მაგალითად, ქარის სხვადასხვა ჯალა როგორც პირდაპირ, ისე უკუსვლით ბაზისის გაზომვის დროს იწვევს სხვადასხვა ოდენობით განაზომის გაზრდილ მნიშვნელობას და (1) ტოლობით გამონათვლებში შევა მხოლოდ აღნიშნულ შეცდომათა სხვაობა.

არსებობს მთელი რიგი შეცდომების წყაროები, რომელთაც აქვთ ნარჩენი სისტემატური შეცდომების თვისებები, რომელთაც სრულიად არ ითვალისწინებს (3) ფორმულა. ასეთებია: შტატივების სამიზნეების ნიველობის შეცდომების გავლენა, ტემპერატურული კოეფიციენტების განსაზღვრის დროს ნარჩენი სისტემატური შეცდომების გავლენა; კვერთხის სიგრძის შეცდომითა გავლენა; მავთულების სიგრძეების ცვალებადობა; მავთულების ტემპერატურის გაზომვის შეცდომების გავლენა და სხვა. ყველა ზემოაღნიშნული შეცდომა ერთნაირად მოქმედებს თითოეული მავთულით ბაზისის გაზომვის სიზუსტეზე და ამიტომ არ ვლინდება *v*, სხვაობებში და, მაშასადამე, *M*, მნიშვნელობებში.

ზემოხსენებულიდან ჩანს, რომ (3) ფორმულა ყოველთვის იძლევა ბაზისის სიგრძის გაზომვის შეცდომის შემცირებულ ოდენობას, რის გამო იგი არ შეიძლება ჩაითვალოს ბაზისის სიგრძის გაზომვის საიმედო მახასიათებლად. იმისათვის, რომ მივიღოთ ბაზისის გაზომვის სიზუსტის შეფასების უფრო სრულყოფილი მახასიათებელი, დამატებით აწარმოებენ ზემოხსენებული სახის შედარებით მნიშვნელოვანი შეცდომების წინასწარ ანგარიშს, რომელთა ოდენობებს, როგორც შეცდომათა დამოუკიდებელ წყაროებს, აახარისხებენ კვადრატში და აჯამებენ *M*; საშუალო კვადრატულ შეცდომასთან ერთად. ქვემოთ თანამიმდევრობით მოვიყვანთ ამ შეცდომათა გავლენის წინასწარი გაანგარიშების შესაბამის ფორმულებს.

1. შტატივების სამიზნეების ნიველობის შეცდომების გავლენა

შევვხედოთ (7.2.7.6) ფორმულაში დაშლის პირველი წევრით:

$$\Delta L_i = -\frac{1}{2l_0} \sum_{i=1}^n h_i^2. \quad (7.2.8.6)$$

(b) ტოლობის h_i -ით გადიფერენციალების შედეგად მივიღებთ:

$$d \Delta L_i = -\frac{1}{l_0} \sum_{i=1}^n h_i dh_i.$$

განაზომთა შეცდომების თეორიის წესის მიხედვით მიღებული ტოლობა ავი-

უკანოთ კვადრატში და დიფერენციალები შევცვალოთ სათანადო საშუალო კვადრატული შეცდომებით, აგრეთვე გამოვიყენოთ (6) ტოლობა:

$$M_2^2 = \frac{1}{l_0^2} \sum_{i=1}^n h_i^2 m_i^2,$$

ანუ

$$\frac{l_0}{2} M_2^2 = \frac{1}{2l_0} \sum_{i=1}^n h_i^2 m_i^2 = \Delta L_i \cdot m_i^2,$$

აქედან

$$M_2 = m_i \sqrt{\frac{2}{l_0} \Delta L_i} \quad (7.2.8.7)$$

სადაც m_i არის ყოველი მალის შტატივთა აღმატების საშუალო კვადრატული შეცდომა;

M_2 არის m_i საშუალებით განპირობებული მალის სიგრძის საშუალო კვადრატული შეცდომა.

ბაზისის შტატივების ნიველოზის მიღებული მეთოდის მიხედვით $m_i = \pm 1,5$ მმ და, ვგულისხმობთ რა $l_0 = 24$ მ, საბოლოოდ მივიღებთ შემდეგი სახის სამუშაო ფორმულას:

$$M_2 = 0,0137 \sqrt{\Delta L_i}. \quad (7.2.8.8)$$

2 ტემპერატურული კოეფიციენტების განსაზღვრის დროს ნარჩენი სისტემატური შეცდომების გაგონა

(7.2.7.2) ფორმულის მიხედვით ბაზისის საშუალო სიგრძის შესაბამისად (ნაშთის მალეების გარეშე) შეიძლება დავწეროთ ტემპერატურული შესწორება შემდეგი სახით:

$$\Delta L_t = n \alpha_m (t_m - t_0) + n \beta_m (t_m^2 - t_0^2), \quad (7.2.8.9)$$

სადაც α_m და β_m არის გამოყენებული მავთულების შესაბამის კოეფიციენტთა საშუალო სიდიდეები;

t_m — საშუალო ტემპერატურა ბაზისის გაზომვის დროს.

ვინაიდან კოეფიციენტების განსაზღვრის შემთხვევითი შეცდომები უკვე შედის M_1 -ის სიდიდეში, აქ საკმარისია გათვალისწინებულ იქნეს მხოლოდ სისტემატური ნაწილი, რომლის ოდენობა ყველა მავთულისათვის მივიღოთ ერთნაირი. (9) ტოლობის მარჯვენა ნაწილის მეორე წევრის სიმცირის გამო გამოვიყენოთ მხოლოდ პირველი წევრი, შევასრულოთ α -თი ვადიფერენციალება, მივიღებთ:

$$d\Delta L_t = n(t_m - t_0) d\alpha. \quad (7.2.8.10)$$

ემპირიულად დადგენილია, რომ $d\alpha$ სისტემატური შეცდომების ოდენობა

დაახლოებით $0,6 \mu$ ტოლია. ასე რომ, (10) ფორმულის მიხედვით სამუშაო ფორმულის სახე იქნება ასეთი:

$$M_2 = 0,6\mu (f_m - f_0) \mu, \quad (7.2.8.11)$$

სადაც $\mu = 0,001$ მმ არის მიკრონი.

3. კვერთხის სიგრძის შეცდომის გავლენა

ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომ სამშეტრიანი კვერთხის კომპარირება სრულდება $\pm 0,6\mu$ შეცდომით, რაც 24-მეტრიანი კომპარატორის სიგრძეში იწვევს $\pm 4,8\mu$ შეცდომას, ანუ მისი სიგრძის $1:5\,000\,000$. ვინაიდან კომპარატორის სიგრძის შეცდომა მთლიანად გადაეცემა მიჯთვლებს და აგრეთვე ბაზისების გაზომვების დროს მოქმედებს როგორც სისტემატიური შეცდომა, შეიძლება დავწეროთ:

$$M_4 = \frac{S}{5\,000\,000} 4,8 \cdot 10^{-3} \mu, \quad (7.2.8.12)$$

სადაც (7.2.7.14) ფორმულით არის განსაზღვრული S ; M_4 გამოსახულია მილიმეტრებში.

4. მავთულების სიგრძეების ცვალებადობის გავლენა

დადგენილია, რომ ბაზისის გაზომვამდე კომპარირებისა და გაზომვის შემდეგ კომპარირების მომენტებს შორის მავთულები იცვლის სიგრძეს. იმისათვის, რომ ბაზისის სიგრძეში დაახლოებით შევაფასოთ ამ პერიოდში მოქმედი სისტემატიური შეცდომის გავლენა, საზღვრავენ ყოველი მავთულისათვის ორჯერ კომპარირებას შორის შეცდომას $\delta_0 = l_0' - l_0''$, რომელსაც ჭეშმარიტა შეცდომის თვისება ექნება. k რაოდენობის მავთულისათვის საშუალო კვადრატულ მნიშვნელობას ვსაზღვრავთ გაუსის ფორმულით:

$$\delta_0' = \sqrt{\frac{|\delta\delta|}{k}}. \quad (a)$$

როგორც ვიცით, ბაზისის განაზომების დამუშავების დროს ვსარგებლობთ მავთულების ორ-ორჯერ კომპარირების საშუალო არითმეტიკულით $l_0 = \frac{1}{2}(l_0' + l_0'')$, ამიტომ გაანგარიშებაში ვიღებთ (a) ტოლობით განსაზღვრული მავთულების სიგრძეებს შორის ცვალებადობის ნახევარს:

$$\delta_0 = \frac{1}{2} \delta_0' = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{|\delta\delta|}{k}}. \quad (7.2.8.13)$$

მაშასადამე, მავთულების სიგრძეების ცვალებადობით განპირობებული ბაზისის სიგრძეში საშუალო კვადრატული შეცდომის სიდიდე

$$M_5 = \delta_0 \frac{S}{l_0} = \frac{1}{2} \mu \sqrt{\frac{|\delta\delta|}{k}}. \quad (7.2.8.14)$$

მავთულების ტემპერატურის გაზომვების
შეცდომების გავლენა

როგორც ცნობილია, ბაზისების გაზომვის დროს შერდულა (პრაშა) აერომომეტრით იზომება ჰაერის ტემპერატურა, რომლის ოდენობაც განსხვავდება თვით მავთულის ტემპერატურისაგან Δt ოდენობით. ფიქრობენ, რომ იყოს სისტემატურ გავლენას ახდენს ბაზისის სიგრძის განაზომის სიზუსტეზე, რის გამო (7.2.7.2) ფორმულაში l_m სიდიდის ნაცვლად შევა $(l_m + \Delta l)$ სიდიდე. მაშასადამე, აღნიშნული მიზეზით გამოწვეული M_g შეცდომა გამოითვლება მიახლოებითი დამოკიდებულებით:

$$M_g = n \alpha_m (l_m + \Delta l) + n \beta_m (l_m + \Delta l)^2 - n \alpha_m l_m - n \beta_m l_m^2,$$

ხოლო მსგავსი წევრების შეკვეცით და სიმცირის გამო $n \beta_m \Delta l^2$ უგულებელყოფით მივიღებთ

$$M_g = n (\alpha_m + 2\beta_m l_m) \Delta l. \quad (7.2.8.15)$$

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ საშუალოდ $\Delta t = \pm 1^\circ$. შემოვიტანოთ აღნიშვნა

$$\gamma_m = \alpha_m + 2\beta_m l_m. \quad (7.2.8.16)$$

მაშინ (15) ფორმულა გადაიწერება ასე:

$$M_g = n \gamma \cdot 10^{-3} \text{ მმ}. \quad (7.2.8.17)$$

მაშასადამე, აქ γ გამოსახულია მიკრონებში, ხოლო M_g მიიღება მილიმეტრებში.

ბაზისის სიგრძეში აბსოლუტური შეცდომის კვადრატის სიდიდე გამოისახება ზემოთ განხილული შეცდომების კვადრატების ჯამით:

$$M^2 = \sum_{i=1}^6 M_i^2. \quad (7.2.8.18)$$

ბაზისის სიგრძის გაზომვის ($M:S$) ფარდობითა შეცდომა არის მისი ვაზომვის სიზუსტის მახასიათებელი, რომლის ოდენობა ნებისმიერი კლასის ტრიანგულაციის ბაზისების სიგრძეების გაზომვისას არ უნდა აღემატებოდეს 1:100 000, ხოლო III და IV კლასის ტრიანგულაციის საბაზისო გვერდებში დასაშვებია 1:200 000. საერთოდ კი სპეციალურ ტრიანგულაციაში დატული უნდა იყოს ინსტრუქციის მოთხოვნები.

ბ. ბაზისის სიგრძის განაზომის სიზუსტის უზრუნველყოფის თანაბარი გაძიების პრინციპის გამოყენებით

განაზომთა შეცდომების თეორიის მიხედვით ბაზისის სიგრძის განაზომის საერთო შეცდომა, გამოწვეული შემთხვევითი და ნარჩენი სისტემატურა შეცდომებით, გამოისახება ფორმულით;

$$M = \sqrt{M_g^2 + \sum_{i=1}^6 M_i^2}, \quad (7.2.8.19)$$

სადაც $M_2 = \Delta M_1$ არის (3) ტოლობით განსაზღვრული ყველა მავთულით ბაზისის გაზომვის შემთხვევითი ხასიათის საშუალო კვადრატული შეცდომა, ხოლო M_i არის წინა A მუხლში განხილული ხუთი M_2, M_3, M_4, M_5 და M_6 ნარჩენი სისტემატური ხასიათის შეცდომები.

ნარჩენი სისტემატური შეცდომების ცალ-ცალკე განსაზღვრა ძნელია და ზოგიერთის განსაზღვრა კი თითქმის სრულიად ვერ ხერხდება. ემპირიული კვლევის საფუძველზე დადგენილია, რომ მათი ერთობლივი გავლენა დაახლოებით ტოლია ზემოაღნიშნული M_2 შემთხვევითი ხასიათის საშუალო კვადრატულ შეცდომისა. ამიტომ აქ იყენებენ თანაბარი გავლენის პრინციპს და საერთო შეცდომას საზღვრავენ ფორმულით:

$$M = M_2 \sqrt{2} = M_1 \sqrt{2}. \quad (7.2.8.20)$$

მაშასადამე, გულისხმობენ ბაზისის სიგრძის განაზომის საშუალო კვადრატული შეცდომა უდრის (3) ფორმულით განსაზღვრული საშუალო კვადრატული შეცდომის ნამრავლს $\sqrt{2}$.

C. ორგანო განაზომთა ფორმულით ბაზისის განაზომთა სიზუსტის შეფასება

ცნობილია, რომ ბაზისის გაზომვა ხდება ყოველი მავთულით წინ და უკან. რაც საშუალებას გვაძლევს მისი განაზომების სიზუსტე შევადგინოთ ორმაგი განაზომების ფორმულებით [13].

ყოველი ცალკეული განაზომების სრული საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით:

$$m = \pm \sqrt{\frac{[d^2]}{2k}}. \quad (7.2.8.21)$$

ამ ოდენობაში სისტემატური შეცდომის წილი

$$\theta = \frac{[d]}{k}. \quad (7.2.8.22)$$

მაშასადამე, ყოველი ცალკეული განაზომის საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომელიც თავისუფალია სისტემატური შეცდომისაგან,

$$m = \pm \sqrt{\frac{[d'd']}{2(k-1)}}. \quad (7.2.8.23)$$

მოყვანილ ფორმულებში k არის წყვილ განაზომთა, ანუ მავთულების რაოდენობა;

$d_i = (L_{i \text{ პირ}} - L_{i \text{ უკან}})$ — ყოველი მავთულით პირდაპირი და უკუ-სვლით ბაზისის სიგრძეებს შორის სხვაობა;

$d_i' = (d_i - \theta)$ — იგივე სხვაობა თავისუფალი სისტემატური შეცდომის წილისაგან.

ყოველი ცალკეული განაზომის საშუალო კვადრატული შეცდომა აკრეთ-
ვი, როგორც ცნობილია, გამოითვლება (2) ფორმულით, ხოლო, საერთოდ,
ყველა მავთულის ბაზისის გაზომვის საშუალო კვადრატულ შეცდომას საზღ-
ვარევენ (3) ფორმულით.

ძ. ბაზისის სიგრძის გამოთვლა—სიზუსტის შეფასების მაგალითი

გამოთვლილ და შეფასებულ იქნეს სპეციალური ტრიანგულაციის ბაზი-
სის სიგრძე, რომელშიც მალეების რაოდენობა $n=45$, ხოლო ნაშთი r არის უაზ-
ყოფითი.

გაზომვები შესრულებულია ინვარული ოთხი მავთულით.

1. ორჯერ კომპარირების შედეგად მავთულების განტოლება:

მავთული № 2217;	$l = l_0 + \Delta l_0 = 24 \text{ მ} - 0,59 \text{ მმ};$	$l_0 = +20^{\circ};$
2218, „ „ „	$= 24 \text{ მ} - 1,14 \text{ მმ, „}$	
2231, „ „ „	$= 24 \text{ მ} - 1,59 \text{ მმ, „}$	
2259, „ „ „	$= 24 \text{ მ} - 0,55 \text{ მმ, „}$	

2. ტემპერატურული შესწორების გამოთვლა:

ყველა მავთულისათვის $\alpha = +5,39\mu; \beta = +0,13\mu$ ყოველ 1° .

საშუალო ტემპერატურა პირდაპირ სელაზე	$t_m = +4^{\circ},7;$
„ „ „ უკუსელაზე	$t_m = +4^{\circ},6.$

7.2.7.2 ფორმულით

პირდაპირ სელაზე $\Delta L_t = 45 \{5,39 (4^{\circ},7 - 20^{\circ}) + 0,13 \cdot (4,7^2 - 20^2)\} = -5,922 \text{ მმ};$

უკუსელაზე $\Delta L_t = 45 \{5,39 (4^{\circ},6 - 20^{\circ}) + 0,13 \cdot (4,6^2 - 20^2)\} = -5,951 \text{ მმ}.$

3. ჰორიზონტზე დაუყვანლად და ნაშთის სიგრძის გარეშე ბაზისის L_j
სიგრძის გამოთვლა 7.2.7.3 ფორმულის შესაბამისად ყოველი მავთულისათვის
შესრულებულია (1) სქემაში და მიღებულია, რომ ბაზისის საშუალო სიგრძე,
თანახმად (7.2.7.4) ფორმულით, $L = 1\ 080\ 131,24 \text{ მმ}.$

ს ქ ე მ ა 7.2.8.1

მავთ. №№	სელა, მ	l_0 მ	Δl_0 მმ	$\Sigma (b-a)_i$ მმ	ΔL_t მმ	L_j მ	v_i მმ	
2217	პირდ.	1080	-26,55	+189,57	-5,92	1080,13110	-0,14	0,0196
2218	„	„	-51,30	+188,70	„	,13148	+0,24	0,0576
2231	„	„	-71,55	+209,85	„	,13228	-1,04	1,0818
2259	„	„	-24,75	+161,54	„	,13067	-0,87	0,1369
2217	უკუს.		-26,75	+169,14	-5,95	1080,3044	-0,80	0,6400
2218	„		-51,30	+188,08	„	,13033	-0,41	0,1681
2231	„		-71,55	+209,63	„	,13213	+0,89	0,7921
2259	„		-24,75	+161,47	„	,13077	-0,47	0,2209

$$\sum_{i=1}^n (b-a)_i = 1445,98; \text{ საშუალო } L = 1080131,24; [v] = -0,02; [v^2] = 3,1168$$

4. პალეების ΔL_k შესწორებათა გამოთვლა (7.2.7.6) ფორმულის შესაბამისად (ნაშთის გარეშე), სადაც უგულებელყოფილია ტოლობის მარჯვენა ნაწილის მეორე წევრი, შესრულებულია (2) სქემაში.

ს ქ ე მ ა 7.2.8.2

შტატების №№	აღმატებები h_i , მ	პირობითი ნიშნულები, მ	პორიზონტზე დაყვანა h'_i , მ $\Delta h_i = \dots - 2l_0$	შტატების №№	აღმატებები h_i , მ	პირობითი ნიშნულები, მ	პორიზონტზე დაყვანა h'_i , მ $\Delta h_i = \dots - 2l_0$
1	-0.7822	0	-12.75	24	-0.0660		-0.09
1	-0.7071	-0.7822	-10.42	25	-0.0303	-2.9180	-0.02
2	-0.3936	-1.4893	-3.31	26	+0.0469	-2.9483	-0.05
3	-0.4333	-1.879	-5.07	27	+0.0154	-2.9014	-0.01
4	-0.4670	-2.3812	-4.55	28	-0.0683	-2.8460	-0.10
5		-2.8182		29		-2.9518	
		⋮				⋮	
20	-0.0017	-3.0678	0.00	42	+0.5364	-2.0675	-6.00
21	+0.0-09	-3.0725	-0.14	43	+0.8438	-1.5311	-14.83
22	+0.0788	-2.9916	-0.13	44	+0.6103	-0.6873	-7.76
23	+0.0608	-2.9128	-0.08	45	+0.0791	-0.0770	-0.13
24		-2.8520		B		-0.1561	

პორიზონტზე ბაზისის დაყვანა —105,64 მმ.

(2) სქემაში აღმატების ნიშნები საჭიროა მესამე სვეტის, ანუ შტატიების, პირობითი ნიშნულების გამოსათვლელად, ხოლო ეს უკანასკნელი კი საჭიროა ბაზისის საშუალო სიმაღლის გამოსათვლელად. A და B წერტილები არის ბაზისის პუნქტები, სადაც იყო დაყენებული ლოტაპარატი. მეოთხე სვეტის ჯამი წარმოადგენს პორიზონტზე ბაზისის დაყვანის ოდენობას, ე. ი.

$$\Delta L_0 = -\frac{1}{2l_0} \sum h_i^2 = -105,64 \text{ მმ};$$

5. ჯაჭვური ბაზის არასიმეტრიულობის გამო შესწორება გამოითვლება (7.2.7.7) ტოლობით:

$$\Delta L_0 = +3 \cdot 10^{-3} \sum_{i=1}^n h_i^2, \quad (a)$$

რისთვისაც გამოვიყენოთ (2) სქემიდან პორიზონტზე ბაზისის დაყვანის ოდენობა

$$\Delta L_0 = -\frac{1}{2l_0} \sum_{i=1}^n h_i^2 = -105,64 \text{ მმ},$$

საიდანაც

$$\sum_{i=1}^n h_i^2 = -105,64 \cdot 49 = 5068,72 \text{ მმ}^2 \approx 5,07 \text{ მ}^2.$$

მაშასადამე მიღებული ოდენობის (α) დამოკიდებულებაში ჩასმით

$$\Delta L_{\mu} = +3 \cdot 10^{-3} \cdot 5,07 \text{ მ} \approx +0,02 \text{ მ};$$

6. შესწორება სკალების დახრილობისათვის გამოითვლება (7.2.7.8) ფორმულით, რომელშიც შეიტანება (1) სქემის მეხუთე სვეტის ჯამის საშუალო $\frac{1}{2k} \Sigma(b-a) = 0,181 \text{ მ}$ (k არის მათეულების რაოდენობა).

$$\Delta L_{\nu} = -2,155 \cdot 0,181 \text{ მ} \approx -0,39 \text{ მ};$$

7. სიმძიმის ძალის ცვალებადობის შესწორება (7.2.7.9) ფორმულის მიხედვით:

$$\Delta L_{\gamma} = 7,02 \frac{Y_1 - Y_2}{Y_1} \cdot n, \quad (f)$$

რომელშიც $B_m = 41^{\circ} 41'$ საშუალო განედისათვის ამოღებულია ცხრილიდან [20]:

$$7,02 \frac{Y_1 - Y_2}{Y_1} = -0,00896 \text{ მ}.$$

მაშასადამე, (b) ტოლობით:

$$\Delta L_{\gamma} = -0,00896 \cdot 45 = -0,40 \text{ მ}.$$

8. ბაზისის ქვედებულის L_0 სიგრძე ნაშთის გარეშე (7.2.7.5) ფორმულით:

$$L_0 = 1080131,24 - 105,64 + 0,02 - 0,39 - 0,40 = 1080024,83 \text{ მ}.$$

9. ნაშთის ქვედებულის r სიგრძე გამოითვლება (7.2.7.10) ფორმულით, რომელშიც ერთი მაღია, ე. ი. $m=1$. მაშასადამე,

$$r = d' + \Delta'_0 + \Delta'_r + \Delta'_k, \quad (g)$$

რომელშიც ნაშთის გაზომილი სიგრძე

$$d' = 1325,83 \text{ მ}.$$

ა. კომპარირების შესაბამისად რულეტის d_0 სიგრძის Δ_0 შესწორების ოდენობა გამოითვლება (7.2.7.11) ფორმულით:

$$\Delta'_0 = \Delta_0 \frac{d'}{d_0}, \quad (d)$$

სადაც $\Delta_0 = -0,55 \text{ მ}$ არის რულეტის ($d_0 = 0,55 \text{ მ}$) $= 6 \text{ მ} - 0,55 \text{ მ}$ განტოლებიდან ამოწერილი, მაშასადამე (d) დამოკიდებულების მიხედვით

$$\Delta'_0 = -0,55 \text{ მ} \frac{1,326 \text{ მ}}{6 \text{ მ}} = -0,122 \text{ მ}.$$

ბ. ტემპერატურული შესწორება (7.2.7.12) ტოლობით, რომელშიც უკანასკნელი წევრი უგულებელყოფილია, $\alpha = 5,39 \mu$, $t_m = 5^{\circ}$. მაშასადამე,

$$\Delta_t = 5,39 \mu \frac{d'}{d_0} (t_m - t_n) = 5,39 \mu \frac{1,326}{6} (5^{\circ} - 20^{\circ}) = -0,018 \text{ მ}.$$

C. შესწორება ხვეულას დახრილობისათვის (7.2.7.13) ფორმულით, უკანასკნელი წევრის უგულებელყოფით, სადაც აღმატება $h = 79,1$ მმ.

$$\Delta_1 = -\frac{h^2}{2d} = -\frac{(0,0791)^2}{2 \cdot 1,326} = -2,362 \text{ მმ.}$$

მაშასადამე, (C) ტოლობით ნაშთის ქვედებულის სიგრძე

$$r = 1325,830 - 0,122 - 0,018 - 2,362 = 1323,33 \text{ მმ.}$$

განხილადი ნაშთი არის უარყოფითი, რადგანაც ბაზისის B ბოლო № 44 და № 45 შორის მდებარეობს, ე. ი. $r = -1323,33$ მმ.

10. ბაზისის სრული ქვედებულის S სიგრძე (7.2.7.14) ტოლობით

$$S = 1080024,83 - 1323,33 = 1078701,50 \text{ მმ.}$$

11. სპეციალურად შერჩეულ დონეზე (გეგმილთ ზედაპირზე) ბაზისის რედუქცია (7.2.7.16) ტოლობით:

$$S_{H_0^Y} = S - S \frac{\Delta H}{R_0} \quad (d)$$

სადაც ბაზისის შუა წერტილის საშუალო რადიუსი $R_0 = 6375,74$ კმ, ხოლო

$$\Delta H = H_m^Y - H_0^Y,$$

სადაც H_m^Y არის ბაზისის საშუალო ნორმალური სიმაღლე, რომლის ოდენობა განსაზღვრულია (3) სქემაში. აქ გამოყენებულია (2) სქემის შესამე სვეტი, რომლის მიხედვით პირობითი ნიშნულების ჯამია A-დან B-საკენ — 120697,0 მმ, ხოლო ანალოგიური სქემის მიხედვით, რომელიც აქ არ მოგვეყავს, B-დან A-სკენ იგივე ჯამია 113388,9 მმ. შტატივების რიცხვია 47.

ს ქ ე მ ა 7.2.8.3

სეკ.	პირობითი ნიშნულების ჯამი, მმ	შტატივების რიცხვი	საშუალო პირობითი სიმაღლე, მმ	გამოსავალი სიმაღლე, მმ	ბაზისის საშუალო სიმაღლე, მმ
A—B	—120697,0	47	—2568,0	38659,8	36091,8
B—A	—113387,5	47	—2412,5	38507,8	35095,3
				$H_m^Y = 36093,6$	

H_0^Y არის გეგმილთ ზედაპირის საშუალო ნორმალური სიმაღლე, რომლის ოდენობა პირობით მდებარეობა — 0,0004 მ.

$$\Delta H = 36,0936 - (-0,0004) = 36,0940 \text{ მ.}$$

მაშასადამე (d) ტოლობით გეგმილთ ზედაპირზე დაყვანილა ბაზისის სიგრძე

$$S_{H_0^Y} = 1078701,50 - 1078,70 \frac{36,094 \text{ მ}}{6375,74 \text{ კმ}} = 1078695,39 \text{ მმ} \approx 1078,70 \text{ მ.}$$

12. გაუსის პროექციებში სიბრტყეზე დაყვანილი ბაზისის სიგრძე (7.2.7.17) ტოლობის შესაბამისად

$$S_0 = S_{H\Gamma} + \Delta S_0, \quad (e)$$

სადაც

$$\Delta S_0 \approx S_{H\Gamma} \cdot \frac{y_m^2}{2R_m^3}$$

ვთქვათ, $y_m = 1593,935$ კმ და $R_m = R_0 = 6375,74$ კმ, მაშინ

$$\Delta S_0 = 1078,70 \text{ მ} - \frac{(1593,935)^2}{2(6375,74)^2} = 1078,70 \text{ მ} \frac{1}{32} = 33,71 \text{ მ}.$$

მაშასადამე, გაუსის პროექციებში ბაზისის სიგრძე (e) ტოლობით იქნება

$$S_0 = 1078,70 \text{ მ} - 33,71 \text{ მ} = 1044,99.$$

განხილულ მაგალითში ტემპერატურის შემდგომი მოქმედების შესწორება უგულებელყოფილია.

ბ ა ზ ი ს ი ს გ ა ნ ა ზ ო მ ი ს ს ი ზ უ ს ტ ი ს შ ე ფ ა ს ე ბ ა

1. ერთი მათელთ ბაზისის გაზომვის შემთხვევითი ხასიათის საშუალო კვადრატული შეცდომა განისაზღვრება (2) ფორმულით, რომელშიც გამოყენებულია (1) სქემის მეცხრე სვეტის ჯამი და წინ და უკან გაზომვის შესაბამისად მათელების k რაოდენობა იგულისხმება 8.

$$m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{k-1}} = \pm \sqrt{\frac{3,1168}{7}} \approx \pm 0,67 \text{ მმ},$$

ხოლო წინ და უკან ოთხივე მათელთ განაზომის საშუალო კვადრატული შეცდომა (3) ფორმულის მიხედვით:

$$M_1 = \frac{m}{\sqrt{k}} = \frac{0,67}{\sqrt{8}} \approx \pm 0,24 \text{ მმ}.$$

2. ერთ კილომეტრზე ბაზისის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა (5) ტოლობით. რომელშიც $k'' = 1,08$ კმ (ბაზისის სიგრძე კილომეტრებში).

$$M_2 = \frac{M_1}{\sqrt{k''}} = \pm \frac{0,24}{\sqrt{1,08}} \approx \pm 0,23 \text{ მმ}.$$

3. შტატივების სამიზნეების ნიველობის შეცდომის გავლენა (8) ფორმულით. რომელშიც $\Delta L_A = -105,64$ მმ ამოღებულია (2) სქემიდან.

$$M_3 = 0,0137\sqrt{105,64} = \pm 0,14 \text{ მმ}.$$

4. ტემპერატურული კოეფიციენტის განსაზღვრის დროს ნარჩენი სისტემატური შეცდომის გავლენა (11) ფორმულით:

$$M_4 = 0,6 \cdot 10^{-3} (t_m - t_0) \cdot n = 0,6 \cdot 10^{-3} (4^{\circ} - 7 - 20^{\circ}) \cdot 45 = 0,41 \text{ მმ}.$$

5. კვერთხის სიგრძის შეცდომის გავლენა (12) ტოლობით:

$$M_5 = \frac{S}{5\,000\,000} \cdot 4,8 \cdot 10^{-2} \cdot n = \frac{1078701,50}{5\,000\,000} \cdot 4,8 \cdot 10^{-2} \cdot 45 = 0,0466 \text{ მმ} \approx 0,05 \text{ მმ}.$$

6. მავთულების სიგრძეების ცვალებადობის გავლენა ისაზღვრება (14) ფორმულით, რომელშიც $n=45$, ხოლო ოთხივე მავთულისათვის პირველ და მეორე კომპარირებას შორის სხვაობები იქნება:

$$\begin{aligned} \delta_1 &= l_0' - l_0'' = (24 - 0,60) - (24 - 0,58) = -0,02, & \text{ხოლო } \delta_1^2 &= 0,0004 \\ \delta_2 &= (24 - 1,12) - (24 - 1,16) = +0,04, & \delta_2^2 &= 0,0016 \\ \delta_3 &= (24 - 1,61) - (24 - 1,57) = -0,04, & \delta_3^2 &= 0,0016 \\ \delta_4 &= (24 - 0,57) - (24 - 0,53) = -0,04, & \delta_4^2 &= 0,0016 \end{aligned}$$

$$|\bar{\delta}^2| = 0,0052$$

მაშასადამე,

$$M_{\delta} = \frac{1}{2} \cdot 45 \sqrt{\frac{|\bar{\delta}^2|}{k}} = 22,5 \sqrt{\frac{0,0052}{4}} \approx 0,81 \text{ მმ.}$$

7. მავთულების ტემპერატურის გავრცელების შეცდომების გავლენა გამოთვლება (17) ფორმულით, სადაც (16) ფორმულით.

$$\gamma \mu = \alpha_m + 2\beta_m t_m = 5,39\mu + 2 \cdot 0,13\mu \cdot 4,7 = 6,612\mu.$$

მაშასადამე,

$$M_{\gamma} = n \gamma 10^{-3} = 45 \cdot 6,612 \cdot 10^{-3} = 0,298 \text{ მმ} \approx 0,30 \text{ მმ.}$$

8. ბაზისის სიგრძის საერთო აბსოლუტური შეცდომის კვადრეტი (18) ტოლობით:

$$M^2 = \sum_{i=1}^6 M_i^2 = (0,24)^2 + (0,14)^2 + (0,41)^2 + (0,05)^2 + (0,81)^2 + (0,30)^2 = 0,99 \text{ მმ}^2,$$

ხოლო

$$M = \sqrt{0,99} = \pm 0,99 \text{ მმ.}$$

იგივე სიდიდის გამოთვლა თანაბარი გავლენის პრინციპის, ანუ (20) ფორმულის მიხედვით:

$$M = M_1 \sqrt{z} = 0,24 \cdot 1,42 = \pm 0,34.$$

იმავე სიდიდის ოდენობის გამოთვლა ორმაგი განაზომების ფორმულებით, რისთვისაც წინასწარ (1) სქემის საფუძველზე ვადგენთ (4) სქემას:

სქემა 7.2.8.4

№ რიგში	განზომები		d_i მმ	d^2	d_i' მმ	$d_i d'$	u მმ	u^2 პარლ.	u უკ. მმ	u^2 უკ	შენიშვნა
	პირდაპირი სვლი. მმ (L')	უკუსვლით, მმ (L'')									
1	1030131,10	1090130,44	+0,66	0,4356	+0,270	0,0729	-0,33	0,1089	-0,60	0,3600	$\theta = \frac{+1,56}{4}$
2	1080131,44	1020130,88	+0,05	0,4225	+0,260	0,0676	+0,05	0,0025	-0,21	0,0441	$= 0,39 \text{ მმ}$
3	1080132,28	1080132,13	+0,15	0,0225	-0,240	0,0576	+0,85	0,7225	+1,0	1,1881	$\begin{aligned} &u_{\text{პირ}} = \\ &= (L') - L'' \end{aligned}$
4	1090130,87	1080130,77	+0,10	0,0100	-0,290	0,0841	-0,56	0,3136	-0,27	0,0729	$\begin{aligned} &u_{\text{უკ}} = \\ &= (L'') - L'' \end{aligned}$
$\frac{L'}{L''}$	1080131,43	1080131,04	+1,56	0,8*11	0	0,2322	+0,01	1,1475	+0,01	1,6651	

1090131,23

ბაზისის ყოველი ცალკეული გზომების საშუალო კვადრატული შეცდომა (21) ფორმულით:

$$m = \pm \sqrt{\frac{0,8911}{2 \cdot 4}} \approx \pm 0,30 \text{ მმ, ხოლო } M = \frac{m}{\sqrt{k}} = \pm \frac{0,30}{\sqrt{4}} \approx \pm 0,15 \text{ მმ.}$$

სისტემატური შეცდომის წილი (22) ფორმულით

$$\theta = \frac{1,56}{4} \approx 0,39 \text{ მმ,}$$

ხოლო შემთხვევითი ხასიათის წყაროებით ყოველი ცალკეული განზომილ საშუალო კვადრატული შეცდომა (23) ფორმულით:

$$\pm \sqrt{\frac{0,2822}{2 \cdot 3}} \approx \pm 0,21 \text{ მმ, ხოლო } M = \pm \frac{0,21}{\sqrt{4}} = \pm 0,10 \text{ მმ.}$$

(2) ფორმულით

$$m_{\text{აირღ}} = \pm \sqrt{\frac{1,1475}{3}} \approx \pm 0,618 \text{ მმ:}$$

$$m_{\text{კა}} = \pm \sqrt{\frac{1,6651}{3}} \approx \pm 0,750 \text{ მმ.}$$

საშუალო

$$m = \frac{m_{\text{აირღ}} + m_{\text{კა}}}{2} = \frac{0,618 + 0,750}{2} \approx \pm 0,68 \text{ მმ, ხოლო } M = \pm \frac{0,68}{\sqrt{8}} = \pm 0,24 \text{ მმ.}$$

(2) ფორმულით გამოთვლილი ორმაგი განზომებების ფორმულებით გამოთვლილზე დაახლოებით 2—3-ჯერ მეტი გამოვიდა, რაც ადასტურებს განზომილ შეცდომების თეორიის დასკვნას ორმაგი განზომებების ფორმულების საშუალებით განზომილ შეფასების შესახებ.

ბაზისის გზომების საშუალო კვადრატულ შეცდომას თუ დაემატება გამოდის ± 1 მმ. მაშასადამე, ფარდობითი შეცდომა, ანუ ბაზისის გზომების სიზუსტე, დაახლოებით არის 1:1 000 000, რაც დასაშვებია.

7.2.9. მეორე ტიპის (ინტარფერენციული) კომპარატორები

A. სინათლის ეტალონები

ცნობილია, რომ მანძილების საზომი ძირითადი ერთეულია მეტრი (1. 2 თავი). ცადგენილია, რომ პლატინ-ირიდიუმისაგან დამზადებული მეტრის საერთაშორისო პროტოტიპი (ეტალონი) დროთა ვითარებაში განიცდის შიგა მოლეკულური სტრუქტურის ცვალებადობას, რის შედეგად იცვლება მისი სიგრძე და ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი. ამიტომ საბჭოთა კავშირში 1962 წლიდან მიღებულია მეტრის სიგრძის გამოსახვა სინათლის ეტალონით (ოპტიურად). ეტალონად მიღებულია კადმიუმის წითელი სპექტრული ხაზის ტალღის λ სიგრძე ცელსიუსის 15° , 760 მმ წნევისა და წყლის ორთქლის 10 მილიმეტრით დრეკადობის დროს, რაც თავისუფალია ლითონის

ეტალონების ზემომოყვანილი უარყოფითი მოვლენისაგან. ლითონის პროტოტიპმეტრსა და სინათლის ტალღის სიგრძეთა შორის დამოკიდებულების დადგენა გვაძლევს ახალ საზომს, რომლის სიგრძე ისევე სტაბილურია, როგორც თვით სინათლის ტალღის სიგრძე. აღნიშნულის გამო აღარ არის საჭირო სხვადასხვა ქვეყნის პროტოტიპმეტრების ურთიერთშედარება, რადგანაც ნებისმიერ მომენტში შეიძლება შემოწმებულ იქნეს ამა თუ იმ ქვეყნის პროტოტიპმეტრი სინათლის ტალღების საშუალებით.

პირველად მაიკელსონისა და ბენუას (1893 წ) და შემდეგ ფარზისა და პეროს მიერ (1906 წ) დადგენილია, რომ ზემოხსენებული ტალღის სიგრძე

$$\lambda_{\text{კაე}} = 0,64384696 \mu, \quad (7.2.9.1)$$

სადაც $\mu = 0,001$ მმ არის მიკრონი, ე. ი. $1 \mu = 1\ 000\ 000 \mu$.

$\lambda_{\text{კაე}}$ ტალღის სიგრძე (1) დამოკიდებულებით განსაზღვრულია $1 : 9\ 000\ 000$ სიზუსტით. მაშასადამე,

$$\frac{1 \mu}{\lambda_{\text{კაე}}} = \frac{1\ 000\ 000}{0,64384696 \mu}$$

საიდანაც

$$1 \mu = 1553164,13 \lambda_{\text{კაე}} \quad (7.2.9.2)$$

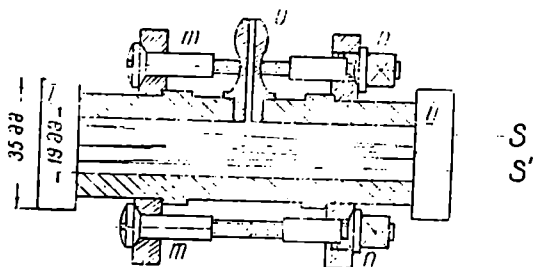
ზემოაღნიშნულის საფუძველზე მეტრი წარმოადგენს ელემენტკადმიუმის წითელი სპექტრული ხაზის $1553164,13 \lambda_{\text{კაე}}$ (ტალღის სიგრძეს) 15° ტემპერატურისა, 760 მმ წნევისა და წყლის ორთქლის 10 მმ დრეკადობის დროს. ზომისა და წონის საკითხების საერთაშორისო XI გენერალური კონფერენციის 1960 წლის 14 ოქტომბრის გადაწყვეტილებით მეტრი ეწოდება განათებამდე მიყვანილი კრიტონ 86-ის კეთილშობილი გაზის ნარინჯ-წითელი სინათლის $1650763,73 \lambda_{\text{კარ}}$ (ტალღის სიგრძეს). მაშასადამე, განათებამდე მიყვანილი კრიტონ 86 კეთილშობილი გაზის ნარინჯ-წითელი სინათლის ტალღის სიგრძე

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{\text{კარ}} &= 0,60578021 \mu \\ 1 \mu &= 1650763,73 \lambda_{\text{კარ}} \end{aligned} \right\} \quad (7.2.9.3)$$

არსებობს სხვადასხვა სახის სინათლის ეტალონები. შედარებით ახალია სირსის და ბარელის მიერ გამოყენებული ბოლოკიდური ეტალონი (ნახ. 1) პერმეტულად დახურული ინვარულია მილაკის სახით, რომლის დიამეტრია 19 მმ. ამ მილაკის ღერძის მართობულად (ურთიერთპარალელურად) დაყენებულია 35 მმ. სიმაღლის თხლად მოვერცხლილი I და II სარკე. კვართის გარე ზედაპირზე განლაგებული ოთხი m ჰიმის შესაბამისი n ქანჩების საშუალებით სარკეებს ეტალონს სიგრძეზე და ურთიერთპარალელურად აყენებენ. O არხი საშუალებას იძლევა ეტალონში შეიქმნას საჭირო წნევა ან ვაკუუმი. როგორც ითქვა, სარკეები არის თხლად მოვერცხლილი, ამიტომ, როგორც

(1) ნახაზზე ნაჩვენებია, სხივების ნაწილი ირეკლება სარკის მოვერცხლილი გვერდის მიერ და ნაწილი გაივლის მასში.

პროტოტიმეტრის გასაზომად იყენებენ 6,25; 12,5; 25; 50 და 100 სმ ეტალონებს. პირველი ეტალონის სიგრძეს საზღვრავენ უშუალოდ სინათლის ტალღის საშუალებით, რომელიც გადაეცემა ერთმეტრიან ეტალონს თანამიმდევრობით ეტალონების სიგრძეების გაორკვეების გზით. როგორც ვხედავთ.



ნახ. 7.2.9.1

სინათლის ეტალონებს არა აქვს სხვა ჩვეულებრივი ეტალონების მსგავსი მდგრადობა და ისინი ასრულებენ მხოლოდ დამხმარე როლს ინტერფერენციული მეთოდებით მანძილების გასაზომად ან საზომების სიგრძეების ურთიერთშესადარებლად.

ბ. ინტერფერენციული მეთოდით მანძილების გასაზომად

სინათლის ინტერფერენცია ეწოდება მისი განათებულიობის გაძლიერების ან შესუსტების მოვლენას, რომელიც წარმოიქმნება ერთი მნათი წერტილიდან გამოსული ურთიერთპარალელური სხივების კონის სხვადასხვა ოპტიკური მანძილების გავლის შემდეგ ერთმანეთზე შერწყმის ადგილას სხივთა კონების სვლის სხვაობის სინათლის ტალღისადმი სხვადასხვა თანაფარდობის შედეგად. მაგალითად, განათებულიობის მაქსიმუმს მივიღებთ, როცა სინათლის სხივთა სვლის მანძილების სხვაობა ჯერაღია მისი ტალღის სიგრძისა (მთელი ფაზის). ხოლო განათებულიობის მინიმუმი იქნება, როცა სხივთა სვლის მანძილების სხვაობა ტალღის სიგრძის ნახევრის (ნახევარი ფაზის) ჯერაღია. სხივთა სვლის მანძილების სხვაობის ტალღისადმი სხვა თანაფარდობის შემთხვევაში ადგილი ექნება შესაბამისად მეტ-ნაკლებ შუალედ განათებულობას.

სინათლის ინტერფერენციისათვის საჭიროა:

1. დატულ იქნეს კოჰერენტულობის ანუ დროთა ვითარებაში სინათლის სხივების ტალღების მუდმივი თანაფარდობა (ტოლფაზიანობა) და მათი რხევის სიბრტყეების შერწყმის შესაძლებლობა, რაც მოხდება მხოლოდ მაშინ. როცა სინათლის სხივთა კონის წყაროს წარმოდგენს ერთი მნათი წერტილი (სხვადასხვა მნათი წერტილების შემთხვევაში კოჰერენტულობას ადგილი არ ექნება, მაშასადამე, ვერც ინტერფერენციას მივიღებთ):

2. ურთიერთპარალელურობისაგან სინათლის სხივთა კონის გადახრა ან აღმამატბოდეს 5'—6';

3. თეთრი სინათლის გამოყენების შემთხვევაში სხივთა სვლის მანძილების სხვაობა იყოს რაც შეიძლება მცირე; მაგალითად, დაახლოებით 1,3მ, ანუ ორი ტალღის სიგრძის (ორი მთელი ფაზის) ტოლი, რადგანაც სინათლის სპექტრის ხაზები სრულად ტოლი ფაზების, ანუ მონოქრომატულნი, არ არის და ძირითადი ხაზების გვერდით წარმოიშვებიან სხვადასხვა ტალღის მქონე დამატებითი ხაზები, რომლებიც ინტერფერენციის სასურველ მოვლენას ამაინჩვენებენ. აღნიშნულის გამო მანძილების ინტერფერენციული გაზომვებისათვის იყენებენ სპექტრის ისეთ მკაფიო მკვეთრ ხაზებს, რომლებთანაც დამატებითი ხაზები იქნება მკრთალი (სუსტი) და სიმეტრიულად განლაგებული.

ინტერფერენციული მეთოდით მანძილის განსაზღვრისათვის გასაზომი ხაზის ბოლო წერტილებში ამაგრებენ ქვის ან ბეტონის სვეტებს. რომელთა ცენტრებს წარმოადგენენ სამიზნებლები შტრიხებით ან მიკროსკოპების ოპტიკური ღერძები. იმავე სვეტებზე აღნიშნული ცენტრების მახლობლად მათზე გატარებულ ვერტიკალურ სიბრტყეში ურთიერთპარალელურად ამაგრებენ სარკეებს ამრეკლავი ზედაპირებით. ცხადია, ხაზის სიგრძე განისაზღვრება სარკეების ამრეკლავ ზედაპირებს შორის მანძილთან ხაზის სიგრძის დამოკიდებულებით. ამიტომ ამ სარკეებს ეწოდება ძირითადი სარკეები. ამ სარკეებს შორის მანძილს საზღვრავენ მცირე ზომის მანძილთან თანაფარდობით. ამ მცირე მანძილს ეწოდება გამოსავალი მანძილი, ანუ გამოსავალი ეტალონი. გამოსავალ ეტალონს არჩევენ ისეთნაირად, რომ გასაზომი ხაზის სიგრძე ჯერადი იყოს მისი სიგრძისა. გასაზომი ხაზის სიგრძის გამოსავალ ეტალონთან ფარდობას ჯერადობის კოეფიციენტი ეწოდება, რომლის შერჩევა ამ მეთოდით ხაზის გაზომვის ერთ-ერთი ძირითადი პირობაა.

გამოსავალი ეტალონის (მანძილის) დადგენა შეიძლება აბსოლუტური, ფარდობითი ან დიფერენციალური მეთოდით. გამოსავალი მანძილი, ისევე, როგორც გასაზომი ხაზი, საჭიროა ადგილზე იყოს ფიქსირებული, რისთვისაც გასაზომი ხაზის გასწვრივ ერთ-ერთი ბოლოდან დაახლოებით გამოსავალი ეტალონის სიგრძეზე ამაგრებენ დამატებით სვეტს ორი სარკით.

ინტერფერენციული მეთოდით მანძილების გასაზომად, გარდა ზემოხსენებული სარკეებისა, საჭიროა სინათლის წყარო სათანადო მოწყობილობით, რომელიც სარკეებისაკენ აგზავნის პარალელურ სხივთა ორ კონას; სარკეების სისტემაში ხდება ამ სხივების რამდენიმეჯერ არეკვლა და მათი შერწყმის ადგილას მიღებული გამოსახულების ინტერფერენციული სურათის დასაკვირვებლად იყენებენ სათანადო მოწყობილობას.

ზემოაღნიშნულ პარალელურ სხივთა კონას იძლევა კოლიმატორი. რომელიც წარმოადგენს გრძელ მთავარ საფოკუსო მანძილიან კოვარს. ამ კოვარის ოკულარის მილაკში მოთავსებულია მცირე ზომის — ჯიბის ფარნის ნაეურა, კონდენსორი (სხივების შემკრები მიმმართეელი ლინზა) და დიაფრაგმა ჰორიზონტული და ვერტიკალური ვიწრო ნახევრებებით. აღნიშნული კოლიმატორი იდგმება მყარ სვეტზე, რომელიც დაყენებულია ძირითადი (სარკეთა)

სვეტების გასწვრივ. გამოყენების დროს მას უსასრულო მანძილზე აფოკუსებენ.

ინტერფერენციული სურათის დასაკვირვებლად იყენებენ ჭოგრასა და ჰრიზმას. ამ ჭოგრის ობიექტივი ისეთივეა, როგორც აქვს კოლიმატორს, ხოლო მას აქვს ფარი ოთხკუთხა სამი ნახევრით, რომლებიც ერთ ვეოტიკალზე ისე არიან დალაგებულნი, რომ თანადროულად ღია იყოს შუა და ერთ-ერთი (ზედა ან ქვედა) ნახევრები; თვით ინტერფერენციული სურათი ხილვა ხდება აღნიშნული აქრომატული ანუ პირდაპირი ხედვის პრიზმათ, რომელსაც იჭერენ ჭოგრის ოკულარის წინ.

დაკვირვების დროს ჭოგრას აყენებენ მტატივზე, რომელიც მყარ მდგომარეობაშია სარკეების გასწვრივობიდან ცოტა გვერდზე, რათა კოლიმატორის ხელი არ შეუშალოს სარკეების სისტემაში არეკლის შემდეგ სხივების ჭოგრის ობიექტივში მოხვედრას. დაკვირვების წინ ჭოგრას აფოკუსებენ უსასრულობაზე.

შემოადწერილი მოწყობილობებით მანძილების განსაზღვრისათვის კოლიმატორის საშუალებით სარკეებისაყენ რიგ-რიგად იგზავნება პარალელურ სხივთა ორ-ორი კონა, რომლებიც სარკეებს შორის სათანადო არეკლის შემდეგ ეცემა ჭოგრის ობიექტივის დიფრაგმას და მოგვევლინება მნათი წერტილის გამოსახულება დიფრაქციული (მემორკალური) რგოლების სახით, რომელთაც ვაკვირდებით ჭოგრის ოკულარის წიხ დაჭერილი პრიზმით. ეტალონის გრძივი და გვერდითი მცირეოდენი გადაადგილებით და შესაბამისი სარკის რეგულირებით უნდა მივალწიოთ ისეთ ინტერფერენციული სურათის ხილვას, როცა თეთრ სინათლეში შეიმჩნევა თარაზულად ძღვიარე შავი ინტერფერენციული ზოლები. ეს უკანასკნელი უნდა იქნეს მიღებული სხივთა კონის ობიექტივის დიფრაგმის ზედა და ქვედა ნახევრებში, ახუ ორჯერ გატარებით და განაპირა სარკის მდებარეობის მიკროსკოპ-მიკრომეტრის საშუალებით ფიქსირებით. მიკროსკოპ-მიკრომეტრის საშუალებით ორჯერ ათვლილ მცირე (Δ_1 და Δ_2) სხვაობები ეტალონის სიგრძისა და ჯერადობის კოეფიციენტის ცნობები ოდენობებთან ერთად გამოიყენება განხილადი მანძილის სიგრძის განსაზღვრისათვის.

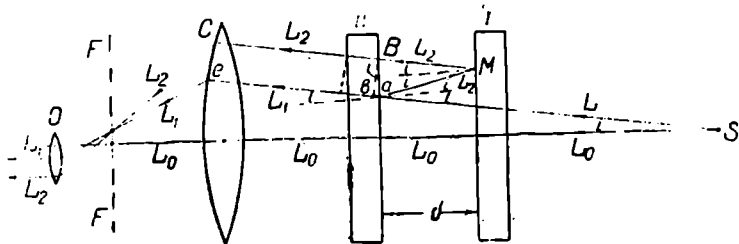
განვიხილოთ გამოსავალი ეტალონის შემოადნიშნული სამივე მეთოდი.

ა გამოსავალი ეტალონის კომპარირების აბსოლუტური მეთოდი

ამ შემთხვევაში გამოსავალი ეტალონის კომპარირება ხდება მისი სიგრძის უშუალოდ სინათლის ტალღის სიგრძესთან შედარებით. ვთქვათ, სინათლის S (ნახ. 2) წყაროდან (კოლიმატორიდან) წამოსული L_0 და L სხივთა კონები ეცემა (1) ნახაზე გამოსახულ სინათლის ეტალონს, რომელიც მოთავსებულია I და II სარკეებს შორის (ნახ. 2). საჭიროა მისი d სიგრძის. ანუ სარკეთა ამრეკლავ ზედაპირებს შორის მანძილის, ზუსტად დადგენა. როგორც ცნობილია, I და II სარკეები ამრეკლავი ზედაპირებით პირისპირ, ურთიერთპარალელურად არის დაყენებული და მათი უკანა ზედაპირები სუსტად (ნახევრად) მოვერცხლილია. ასე რომ, ისინი მათზე დაცემული სხივების ნაწილს გადატეხავენ და გაუშვებენ, ხოლო ნაწილს აირეკლავენ. L სხივთა კონა გაივლის I სარკეში, II სარკის α წერტილში იყოფა L_1 და L_2

სხივებად, რომელთაგანაც სარკის სუსტი მოვერცხლილობის გამო L_1 გარდატყდება i კუთხით და გაივლის ab მიმართულებით, ხოლო L_2 ორჯერ აირეკლება i კუთხით და გაივლის aMB მანძილს, გადატყდება B წერტილში და მიიღებს L_1 კონის პარალელურ მიმართულებას.

აღნიშნული L_1 და L_2 სხივები გადატყდება უსასრულობაზე ფოკუსთვანყობილი ჭოგრის ობიექტივის ლინზის e და C წერტილებში, შემდეგ ურთიერთ იკვეთება მათი FF მთავარი საფოკუსო მანძილის სიბრტყეში, სადაც ჭოგრის O ოკულარში ვიხილავთ ინტერფერენციულ სურათს ბნელი კონცენტრული რგოლების სახით, რომელთა ცენტრი მდებარეობს I და II სარკეების



ნახ. 7.2.9.2.

მართობ L_0 სხივზე. (2) ნახაზის შესაბამისად L_2 და L_1 სხივთა სვლის (მანძილებს შორის) Δ სხვაობა პარალელური ფირფიტების თვისების შესაბამისად გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$\Delta = aM + MB - ab = \frac{2d}{\cos i} - aB \sin i = \frac{2d}{\cos i} - 2d \operatorname{tg} i \sin i = 2d \cos i. \quad (7.2.9.4)$$

შედეგობაში უნდა ვიჭონოთ, რომ L_2 სხივი a და M წერტილებში არეკლისას ყოველ ჯერზე კარგავს ნახევარ-ნახევარ ტალღას.

მანძილის განსაზღვრისათვის საჭიროა ინტერფერენციის რიგის ახალი ენების (P_i) შემოტანა, რომელიც გვიჩვენებს, თუ რამდენჯერ მოთავსდება Δ სხივთა სვლის სხვაობაში შესაბამისი L_i სხივთა კონის ტალღის \mathcal{K} სიგრძე.

ცხადია, გამოსავალი ეტალონის კომპარირების ამოცანა ამოიხსნება, თუ გვეცოდინება სარკეების მართობი სინათლის L_0 სხივის P ინტერფერენციის რიგი. როგორც ცნობილია, ამ სხივს შეესაბამება ინტერფერენციული სურათის ცენტრალური წერტილი, ე. ი. დაცემის კუთხე $i=0$, მაშასადამე (4) დამოკიდებულების მიხედვით:

$$\left. \begin{aligned} P &= \frac{\Delta}{\mathcal{K}} = \frac{2d}{\mathcal{K}} \\ d &= \frac{\mathcal{K}}{2} P \end{aligned} \right\} \quad (7.2.9.5)$$

კოქვათ, ინტერფერენციული სურათის ცენტრის უახლოესი ბნელი რგოლის შესაბამისი სხივების ინტერფერენციის რიგი არის N ; რომელიც წარმოადგენს P ინტერფერენციის რიგის მთელ ნაწილს (რიცხვს). ამ რგოლი დიამეტრის კუთხური ოდენობა

$$\alpha = 2i, \quad (7.2.9.6)$$

სადაც i არის სხივების დაცემისა და არეკვლის კუთხე.

ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შეგვიძლია მივიღოთ პირობა:

$$N + \frac{1}{2} = \frac{\Delta}{\lambda} = \frac{2d \cos i}{\lambda} = P \cos i - P \cos \frac{\alpha}{2} \quad (7.2.9.7)$$

(7) დამოკიდებულებიდან:

$$\begin{aligned} P &= \frac{N + \frac{1}{2}}{\cos \frac{\alpha}{2}} = \left(N + \frac{1}{2}\right) \left(1 - \frac{\alpha^2}{8}\right) \approx \left(N + \frac{1}{2}\right) \left(1 + \frac{\sigma^2}{8}\right) \\ &= N + \frac{1}{2} + N \frac{\alpha^2}{8} + \frac{\alpha^2}{16} = N + f. \end{aligned} \quad (7.2.9.8)$$

(8) დამოკიდებულებიდან ჩანს, რომ განსაზღვრული P ინტერფერენციის რიგი ტოლია მთელი N რიცხვისა და წილადი ნაწილის, რომელიც აღვნიშნეთ f ასოთი, ე. ი.

$$f = \frac{1}{2} + N \frac{\alpha^2}{8} + \frac{\alpha^2}{16}. \quad (7.2.9.9)$$

შევთანხმდეთ, როცა $f > 1$, (8) ტოლობის მთელ N რიცხვს დავუმატოთ ერთი, მაშინ f ყოველთვის იქნება წესიერი წილადი.

როდესაც N ცნობილია, მაშინ f წილადი ნაწილი ადვილად განისაზღვრება (9) დამოკიდებულებით, მხოლოდ საჭიროა α კუთხის ოდენობის დადგენა, რომელიც უშუალოდ იზომება FF სიბრტყეში მიღებული ინტერფერენციული სურათის ცენტრისადმი უახლოესი ბნელი რგოლის დიამეტრის შესაბამისად სპეციალურად დაყენებული ოკულარის მიკრომეტრის საშუალებით. კერძო შემთხვევაში, როცა ზემოაღნიშნული ბნელი რგოლი გადაიქცევა ცენტრში მდებარე წერტილად, მაშინ $f = \frac{1}{2}$.

შედარებით რთულია P ინტერფერენციის რიგის მთელი N ნაწილის განსაზღვრა. ამ შემთხვევაში სარგებლოდენ ბენუას ხერხით, რომელსაც ეწოდება P -ს წილადი f , ნაწილები შეთავსების მეთოდი. ამისათვის შეარჩევენ სინათლის რამდენიმე მონოქრომატულ (ერთი გარკვეული სიგრძის სპექტრალურ ხაზებს) სხივებს, მაგალითად, კადმიუმის შემდეგ სპექტრულ ხაზებს:

წითელს, რომლის $\lambda_1 = 0,643847\mu$,

მწვანეს „ $\lambda_2 = 0,508582\mu$,

ლურჯს " $\lambda_3 = 0,479991\mu$,
 იისფერს " $\lambda_4 = 0,476816\mu$

და საზღვრავენ მათი P ინტერფერენციის რიგის წილად f_i ნაწილებს. ვთქვათ, შესაბამისად, მივიღეთ:

$$f_1 = 0,35; f_2 = 0,79; f_3 = 0,17; f_4 = 0,53.$$

შემდეგ ნებისმიერი გზით დაახლოებით რამდენიმე მიკრონის შეცდომით ზომავენ ძირითადი ეტალონის d_0 სიგრძეს და (5) ფორმულით დაახლოებით საზღვრავენ, ვთქვათ, წითელი სხივის როგორც ძირითადი ხაზის P_0 ინტერფერენციის რიგს:

$$P_0 = \frac{2d_0}{\lambda} = N_0 + f_1, \quad (7.2.9.10)$$

საიდანაც ისაზღვრება საძებნელი მთელი რიცხვითი ოდენობა:

$$N_0 = P_0 - f_1, \quad (7.2.9.11)$$

ვთქვათ, $N_0 = 1213$.

მრავალჯერო ანალოგიური მოქმედებებით საზღვრავენ წითელი სხივისათვის N_0 მთელ რიცხვებს, რომელთაც უმატებენ წილად $f_1 = 0,35$ და ადგენენ (1) ცხრილის პირველ სვეტს.

ცხრილი 7.2.9.1

P_1	P_2	P_3	P_4
1209,35	1530,99	1622,19	1664,41
1210,35	1532,26	1623,53	1665,78
1211,35	1533,53	1624,87	1667,16
1212,35	1534,79	1626,21	1668,54
1213,35	1536,06	1627,55	1669,91
1214,35	1537,32	1628,90	1671,29
1215,35	1538,59	1630,24	1672,66

ცხრილის მეორე, მესამე და მეოთხე სვეტის შესადგენად გამოითვლება შემდეგი წილადები:

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{0,643874\mu}{0,508582\mu} = 1,265965,$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_3} = \frac{0,643874\mu}{0,479991\mu} = 1,341373,$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_4} = \frac{0,643874\mu}{0,476816\mu} = 1,376281.$$

პირველ წილადს ვამრავლებთ (1) ცხრილის პირველი სვეტის რიცხვებზე, რითაც ვიღებთ მეორე სვეტს; ასევე მეორე წილადის იმავე პირველი სვე-

ტის რიცხვებზე გადამრავლებით მიიღება მესამე სვეტი და მესამე წილადი პირველი სვეტის რიცხვებზე გადამრავლებით — მეოთხე სვეტი. შემდეგ ვადარებთ (1) ცხრილის ყოველი სტრიქონის რიცხვების წილად ნაწილებს ექსპერიმენტულად მიღებულ f_1, f_2, f_3, f_4 ოდენობებს და რომელი სტრიქონის წილადი ნაწილები იქნება მათთან ახლოს, P_1, P_2, P_3, P_4 მნიშვნელობებზე ამოვიღებთ იმ რიცხვებს, რომელთაც წილად ნაწილებზე მიეწერებათ f_1, f_2, f_3, f_4 . მაგალითად, (1) ცხრილის მეოთხე სტრიქონის წილადი ნაწილები ახლოა f_1, f_2, f_3, f_4 ; ამიტომ ყოველი სხივისათვის ინტერფერენციის რიგის ოდენობა იქნება ამ სტრიქონის მთელი ნაწილისა და ექსპერიმენტულად მიღებული f_1, f_2, f_3, f_4 ოდენობების ჯამი:

$$P_1 = 1212,35,$$

$$P_2 = 1534,79,$$

$$P_3 = 1626,17,$$

$$P_4 = 1668,53.$$

მიღებულ ოდენობა) (5) ფორმულის წესბამისად ვამრავლებთ შესაბამის

$\frac{\lambda}{2}$ -ზე, მივიღებთ:

$$d_1 = \frac{\lambda_1}{2} P_1 = \frac{0,643847\mu}{2} 1212,35 = 390,28\mu,$$

$$d_2 = \frac{\lambda_2}{2} P_2 = \frac{0,508582\mu}{2} 1534,79 = 390,28\mu,$$

$$d_3 = \frac{\lambda_3}{2} P_3 = \frac{0,479991\mu}{2} 1626,17 = 390,26\mu,$$

$$d_4 = \frac{\lambda_4}{2} P_4 = \frac{0,476816\mu}{2} 1668,53 = 397,79\mu.$$

მიღებული ოდენობების საშუალო

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4}{4} = 392,40\mu$$

იქნება ძიებული გამოსავალი ეტალონის სიგრძე.

ბ. გამოსავალი ეტალონის კომპარირების ფარდობითი მეთოდი

ამ მეთოდით (1—2) და (3—4) სარკეებს შორის შესადარებელ ეტალონებს აყენებენ ერთიმეორის გასწვრივ ისე, რომ სარკეთა ამრეკლავი ზედაპირები იყოს ურთიერთპარალელურად (ნახ. 3), რომელთა მიმართ სინათლის S წყაროდან მიმართულია მონოქრომატული სინათლის ფართო კონა. თუ განხილავთ ეტალონების სიგრძეები დაახლოებით ტოლებია, ანუ როცა $d_1 \approx d_2$ (ნახ. 3^ა), მაშინ სარკეთა ნახევრად შოვერცხლილი შიგა ზედაპირების მიერ ორ-ორჯერ არეკლილი L_1 და L_2 სხივების კონა ფაზაში წყვილი რაოდენობის გამო წარიმართება S' წერტილისაკენ პარალელურად და მოგვეცემს ინტერფერენციულ სურათს, რომელსაც ვიხილავთ კოვრით. ცხადია, სარკეები-

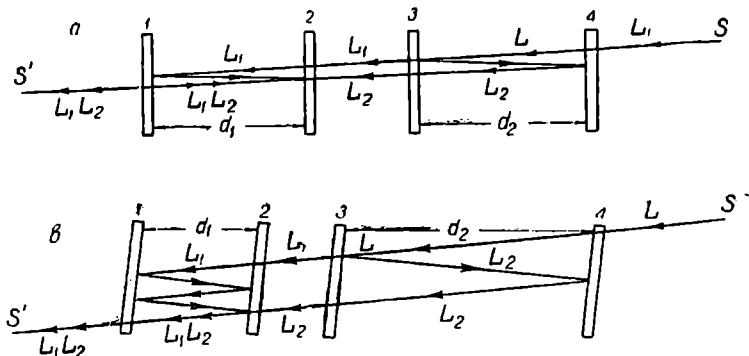
სადღი ნორმალურად მიმართული სხივის დაცემა-არეკვლის კუთხე $i=0$, ხოლო L_1 და L_2 სხივთა სვლის Δ სხვაობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\Delta = 2(d_2 - d_1) = \mathcal{J}P, \quad (7.2.9.12)$$

საიდანაც ძიებული სხვაობა

$$d_2 - d_1 = \frac{\Delta}{2} = \frac{\mathcal{J}}{2} P, \quad (7.2.9.13)$$

სადაც P არის ნორმალური სხივის ინტერფერენციის რიგი, რომელსაც საზღვრავენ წინა მუხლში აღწერილი მეთოდით.



ნახ. 7.2.9.3.

როდესაც $d_2 \approx 2d_1$ (ნახ. 3^ბ), მაშინ L_2 სხივი ორჯერ აირეკლება, ხოლო L_1 სხივი ოთხჯერ აირეკლება და (12) ფორმულა შიიღებს ასეთ სახეს:

$$\Delta = 2d_2 - 4d_1 = \mathcal{J}P \quad (7.2.9.14)$$

და (3-4) ეტალონის d_2 სიგრძე განისაზღვრება (1-2) ეტალონის d_1 სიგრძის საშუალებით:

$$d_2 = \frac{\mathcal{J}}{2} P + 2d_1. \quad (7.2.9.15)$$

ვინაიდან სხივთა სვლის Δ სხვაობა ძლიერ მცირე ოდენობისაა, $\frac{d_2}{d_1}$

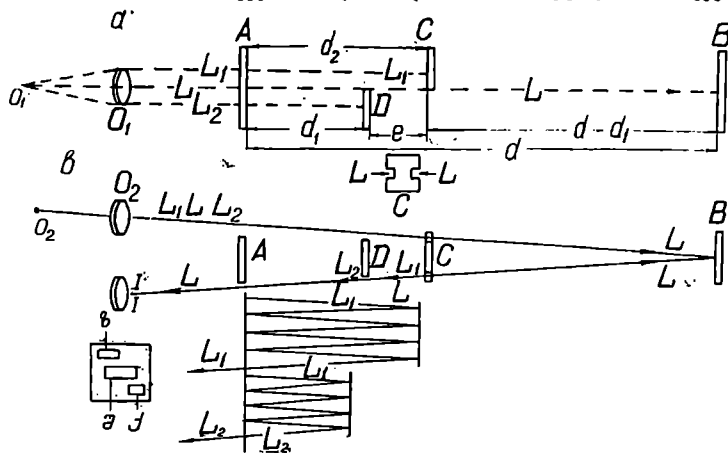
ფარდობის გადიდება იზრდება L_1 სხივის არეკვლათა რაოდენობა, ამავე დროს მცირდება მისი ნათელობა, რაც იწვევს ინტერფერენციული სურათის სწრაფად გაუარესებას. აღნიშნულის გამო პრაქტიკაში იყენებენ არა უმეტეს $\frac{d_2}{d_1} = 8$ ჯერადობას.

ც. გამოსავალი ეტალონის კოჰერენტობის დიფერენციალური მეთოდი

საბჭოთა მეცნიერის უ. შვარცის მიერ დამუშავებული დიფერენციალური მეთოდით მანძილის გასაზღვრისათვის ახდენენ ორი გამოსავალი მანძილის (ეტალონის) თანამიმდევრო შედარებას იმ პირობით, რომ შედარებათა

ჯერადობის კოფიციენტების სხვაობა ერთს უდრიდეს. ამ შემთხვევაში გა-
ნოსავალი მანძილების (ეტალონების) აბსოლუტური ოდენობების ცოდნა სა-
ჭირო არ არის. აქ საკმარისია მხოლოდ მათ ოდენობათა e სხვაობის დადგენა
(ნახ. 4), მისი ფიქსაცია და ეტალონად გამოყენება, რის გამო ამ მეთოდს წი-
ნა მუხლებში განხილულ მეთოდებთან შედარებით უპირატესობა აქვს.

დიფერენციალური მეთოდით მანძილის (ვთქვათ, კომპარატორის სიგე-
ძის) განსაზღვრისათვის სარკეების განლაგება ხდება ისე, როგორც ეს მოყვანი-
ლია ვერტიკალური და თარაზული სიბრტყის შესაბამის: (4) ნახაზზე. A და B
არის გასაზომი ხაზის სარკეები, ხოლო C და D არის e ეტალონის სარკეები.



ნახ. 7.2.9.4.

ვთქვათ, მნათი a_1 წერტილიდან გამოსული L , L_1 , L_2 სხივთა კონა კო-
ლიმატორის O_1 ობიექტივში გავლით ერთ ვერტიკალურ სიბრტყეში ურთი-
ვრთპარალელურია. L კონა აცდება C სარკეს, რადგანაც იგი შუაში გვერდ-
შიდან შეჭრილია (ნახ. 4^ა), დაეცემა ხაზის B სარკეს ცენტრში, აირეკლება და
ისევ მეორე მხრიდან აცდება C სარკეს და ჭოგრის O_2 ობიექტივის წინ მო-
თავსებული დიფრაგმის შუა ნახვრეტსა და O_2 ობიექტივზე გავლით a_2 წერ-
ტილში იძლევა a_1 მნათი წერტილის დიფრაქციულ გამოსახულებას. სხივთა
 L_1 კონა ეცემა e ეტალონის ზედა C სარკის ზედა ნაწილს (შენაჭრის თავზე), აირ-
ეკლება და ეცემა გასაზომი ხაზის A სარკეს და ამ სარკეთა შორის რამდენიმე-
ჯერ (4^ა ნახაზზე 7-ჯერ) არეკვლის შემდეგ სხივთა L კონის პარალელურად დი-
ფრაგმის ზედა ნახვრეტში გავლით დაეცემა O_2 ობიექტივს და a_2 წერტილში იძ-
ლევა a_1 მნათი წერტილის დიფრაქციულ გამოსახულებას. სხივთა L_2 ქვედა კონა
ეცემა e ეტალონის ქვედა D სარკეს, აირეკლება, ეცემა A სარკეს და ამ სარკეთა
შორის რამდენიმეჯერ (4^ბ ნახაზზე 7-ჯერ) არეკვლის შემდეგ L' სხივთა კონის
პარალელურად, დიფრაგმის ქვედა ნახვრეტში დაეცემა O_2 ობიექტივს და
 a_2 წერტილში იძლევა a_1 მნათი წერტილის დიფრაქციულ გამოსახულებას, რო-

მელიც L და L_1 სხივთა კონებით ზემოთ ნაჩვენებ ასეთსავე გამოსახულებებზე დალაგდება.

L_1 ზედა და L_2 ქვედა კონებისათვის რიგ-რიგად დიაფრაგმის გადაკეტვით ამ სხივთა თითოეულ კონასა და L კონას შორის შეიძლება მიღებულ იქნეს და ვიხილოთ ინტერფერენციული სურათი, თუ სხივთა მიერ გავლილი იქნება ერთნაირი ოპტიკური მანძილი. ამავე დროს ინტერფერენციული სურათის მისაღებად საჭიროა გასაზომი d მანძილი ჯერადი იყოს გამოსავალი d_1 და d_2 მანძილებისა (ნახ. 4*).

განაზომი d მანძილი განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$d = G \cdot e = P_1 \cdot P_2 \cdot e = P_1 (P_1 + 1) e, \quad (7.2.9.16)$$

სადაც $e = d_2 - d_1$ არის გამოსავალი მანძილების სხვაობა, ანუ ეტალონის სიგრძე;

$$\left. \begin{aligned} P_1 &= \frac{d_1}{e} \\ P_2 &= \frac{d_2}{e} \end{aligned} \right\} \text{— ჯერადობის კოეფიციენტები:}$$

$G = P_1 P_2 = P_1 (P_1 + 1)$ საერთო გამადიდებლობა.

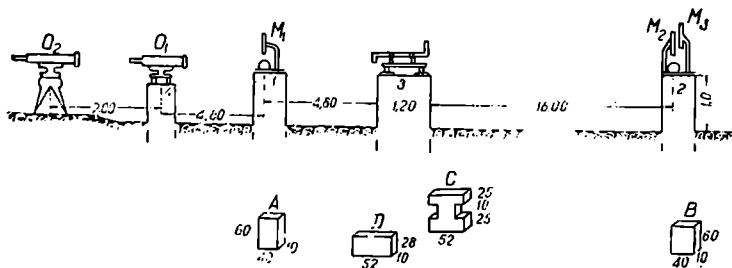
უფრო ზუსტია შემდეგი ტოლობა:

$$d = P_1 (P_1 + 1) e + P_1 (\Delta_1 - \Delta_2) + \Delta_1. \quad (7.2.9.17)$$

ამ ფორმულაში მცირე Δ_1 და Δ_2 სიდიდეების (სხივთა სკალის) ოდენობები მიკროსკოპ-მიკრომეტრით ან კომპენსატორით ისაზღვრება.

გ. საზომების კომპარირება ინტერფერენციულ კომპარატორზე

გოდუნეიურ წარმოებაში იყენებენ სტაციონარულ და გადასატან, ანუ საველე, კომპარატორებს. უფრო გავრცელებულია ერთნაირ პრინციპზე აგებული ფინელი ფიზიკოსის ვეისელეს და საბჭოთა მეცნიერების ვარლიხისა და შვარცის ინტერფერენციული კომპარატორები.



ნახ. 7.2.9.5.

უქანასენელთა საველე კომპარატორი გაწყობილია ოთხ (1, 2, 3, 4) ზეარ სვეტზე და ერთ შტატივზე, რითაც საშუალება გვეძლევა 24 მეტრის სიგრძის შეათულების კომპარირებისა (ნახ. 5).

სამიზნებელი კოგრი იდგმება შტატივზე, რომლის O_2 ობიექტივის მთავარი საფოკუსო მანძილია 600 მმ. მას მოწყობილი აქვს დიაფრაგმა სამი ნახვრეტით (ნახ. 4^ა). შუა ნახვრეტი ორჯერ მეტი სიგანისაა. ვიდრე ზედა და ქვედა ნახვრეტი. ინტერფერენციული სურათის მისაღებად სათანადო საკეტი თანადროულად გამოიყენება შუა და ერთ-ერთი ზედა ან ქვედა ნახვრეტი.

კოლიმატორი იდგმება მეოთხე მყარ სვეტზე, რომლის O_1 ობიექტივის მთავარი საფოკუსო მანძილია 600 მმ, სადაც მოწყობილია სინათლის წყარო (მცირე ელექტრონათურა), კონდენსორი და დიაფრაგმა. სინათლის წყარო და კონდენსორი ხისტადაა ერთმანეთთან შეერთებული და ერთად შეიძლება მათი გადაადგილება. დიაფრაგმას აქვს ორი ჰორიზონტული და ორი ვერტიკალური ვიწრონახვრეტი. ჰორიზონტული ნახვრეტის პირი შეიძლება შეიცვალოს. კოლიმატორის ობიექტივის ხუფს აქვს 1 სმ გვერდების მქონე კვადრატული ამონაჭერი.

კომპარატორის, ანუ გასაზომი ხაზის, სიგრძელ ითვლება 1-ლ და მე-2 სვეტების თავზე დამაგრებულ იმ სამიზნებლებს შორის მანძილი, რომლებიც წარმოადგენენ სფერულ ზედაპირზე ჭვარედინად დაკვესილი შტრიხების გადაკვეთის წერტილებს. გასწვრივობის მართობული შტრიხის ერთ ვერტიკალზე საგანგებო ქვესაღამით და მარეგულირებელი ხრახნებით დაყენებულია ძირითადი A და B სარკეები და სათანადო კონსტრუქციებზე M_1 და M_2 სკალიანი მიკროსკოპები, რომელთა გამაღიდეებლობა $G_{1,2} = 10\%$. გარდა ამისა, მე-2 სვეტზე B სარკის მახლობლად მის გასწვრივ დაყენებულია M_3 მიკროსკოპი მიკრომეტრით, რომლის გამაღიდეებლობა $G_3 = 15\%$.

ეტალონი, ანუ გამოსავალი მანძილი, დამაგრებულია მე-სამე სვეტზე. იგი წარმოადგენს კვარცის მილს, რომელსაც აქვს ვაფართოების მცირე ($0,4 \cdot 10^{-6}$) კოეფიციენტი. მასზე მიხეხვით სხვადასხვა დონეზე დამაგრებულია ქვედა D და ზედა C სარკეები; მაშასადამე, ეტალონი საფეხურებიანია. ყველა სარკის ზომები მილიმეტრებში და ფორმა ნაჩვენებია (5) ნახაზზე, სარკეები სუსტად მოვერცხლილია და თითო ზედაპირი გაპრიალებულია, ხოლო მეორე — მქრჩალი აქვთ, გარდა ეტალონის ქვედა D სარკისა. რომლის ორივე მხარე გაპრიალებულია და წარმოადგენს ბრტყელ პარალელურ ფირფიტას. განხილადი სარკეების ზომების შეცდომები არ აღემატება $\pm 0,5$ მმ, გარდა D სარკისა, რომლის გვერდების პარალელურობის შეცდომა $\pm 0,02$ მმ ფარგლებშია დასაშვები. ეტალონის სარკეების პარალელურობა დაცული უნდა იყოს $\pm 3'$ ფარგლებში, რომელსაც აღწევენ კვარცის მილის მცირედი ლენით, რაც სარკეებს შორის მანძილზე გავლენას არ ახდენს. ეტალონი იდგმება საგანგებო ქვესაღამზე, რომლის ხრახნები გრძივი, გვერდითი და სიმაღლეზე მცირე მოძრაობის საშუალებას იძლევა. მისი დამაგრება ხდება ერთი თავიდან.

როგორც (5) ნახაზიდან ჩანს, A და B სარკეებს შორის მანძილი არის 24 მეტრი. A სარკიდან ეტალონის ქვედა D სარკე დაშორებულია $d_1 = 4,8$ მ-ზე, ხოლო იმავე სარკიდან ეტალონის ზედა C სარკე კი დაშორებულია $d_2 = 6$ მეტრამდე. მაშასადამე, ეტალონის სიგრძე $e = d_2 - d_1 = 1,2$ მეტრს. ძირითადი A , B და ეტალონის D , C სარკეების ასეთი განლაგება შესაბამისად, იძლევა

$P_1 \cdot \frac{d_1}{e} = \frac{4,8}{1,2} = 4$ და $P_2 = \frac{d_2}{e} = \frac{6,0}{1,2} = 5$ ჯერადობის კოეფიციენტებს, ხოლო გამადიდებლობა $G = P_1 P_2 = P_1 (P_1 + 1) = 20$, რაც საკმაოდ დიდია და ამასთანავე სარკეებში სხივთა არეკვლის რაოდენობის სიმციობის გამო ინტერფერენციის სურათი მაღალი ხარისხის გამოდის.

კომპარატორის სიგრძის დადგენისათვის პირველ რიგში საჭიროა მისი გამართვა, ანუ მომწესობაში მოყვანა, რისთვისაც საჭიროა:

1. განაპირა სამიზნეებების მიმართ ეტალონის მდებარეობის საჭირო მანძილების დაცვა უნდა მოხდეს ეტალონის ნამდვილი სიგრძის შესაბამისად. როდესაც ეტალონის ქვემარტივ და ნომინალურ სიგრძეს შორის სხვაობა არ აღემატება $\pm 0,100$ მმ, მაგალითად, როცა $e_0 = 1200,100$ მმ და $e_6 = 1200,000$ მმ, მაშინ დაცული უნდა იყოს (5) ნახაზზე მიღებული ზომები. ე. ი. დასაშვებია $d = 24,000$ მ, $d_1 = 4,800$ მ და $d_2 = 6,000$ მ, ხოლო თუ სხვაობა $0,100$ მმ-ზე მეტია, მაშინ საჭიროა აღნიშნული მანძილების სათანადოდ შეცვლა. მაგალითად, თუ სხვაობა არის $\pm 0,25$ მმ, მაშინ d მანძილი აიღება $\pm 0,25 \cdot P_1 \cdot P_2 = \pm 0,25 \cdot 4 \cdot 5 = \pm 5$ მმ და d_1 კი $\pm 0,25 \cdot P_1 = \pm 1$ მმ განსხვავებით. ზემოხსენებული სახის მომწესობაში მოყვანა სრულდება კომპარატორის მოწყობისას და მერე აღარ იმეორებენ. კომპარატორის მოწყობისათვის იყენებენ თეოდოლიტს და ნიველირს.

2. განაპირა სარკეებისა და ეტალონის დაყენება (სიმალღესა და აზრუტზე) ისე, რომ მიღებულ იქნეს საღი ინტერფერენციული სურათი და ამავდროს Δ_1 და Δ_2 ანათვლების სხვაობები იყოს რაც შეიძლება მცირე ოდენობები. ამ სახით მომწესობაში მოყვანა სრულდება ყოველი საზომის კომპარირების დროს, რისთვისაც: ჰოვარსა და კოლიმატორს აფოკუსებენ უსასრულოდ; კოლიმატორის სინათლის წყაროს მოძრაობით აღწევენ მისი გამოსახულების საჭირო ოდენობაზე დაყენებას; სხივთა ვიწრო პარალელურ კონას გაატარებენ კოლიმატორის ობიექტივის ზუფის ნახვრეტში და B სარკის რეგულირებით აღწევენ მის ისეთ მდებარეობას, რომ სხივები მას ეცემოდეს ცენტრში და არეკვლის შემდეგ ჰოვარით ვიხილოთ ინტერფერენციული სურათი (ამ დროს ობიექტივს მოხსნილი აქვს ფარი ნახვრეტებით); მოხსნიან A სარკეს და დიდიობენ ეტალონის ორივე სარკისაგან მიღებული გამოსახულება პირველ გამოსახულებაზე იყოს შერწყმული, რასაც აღწევენ ეტალონის კვერთხის მიღზე მორგებული მცირეტირთების გადაადგილებისა და გვერდითი ხრახნების საშუალებით, ე. ი. მიიღწევა ეტალონის სარკეების ურთიერთპარალელურობა; A სარკეს აყენებენ თავის ადგილას და ამოწმებენ მისი სიბრტყის სამიზნეების განივ შტრიხზე შერწყმას და მისი ვერტიკალური ღერძის ირგვლივ ბრუნვით აღწევენ დანარჩენი სარკეებისადმი პარალელურობას, რის შემდეგ ამ სარკეზე გატარებული სხივების კონის გავლა შეინიშნება ეტალონის ზედა C სარკის მარცხენა მხარის ამონაჭერში და B სარკეში არეკვლის შემდეგ კი იმავე C სარკის მარჯვენა ამონაჭერსა და ჰოვარში მიიღება მნათი წერტილის რამდენიმე ყვითელი, ცვალებადი სიკაშკაშის გამოსახულება; მიღწეული უნდა იქნეს, რომ სხივთა კონამ გაიაროს ჰოვარის ობიექტივის ფარის ცენტრალურ ზვრეტზე. რასაც მივაღწევთ A სარკის მარჯვლდობით ხრახნების საშუალებით და ჰოვარის ობიექტივის ნახვრეტებიანი ფარის სიმალღესა

და გვერდითი გადაადგილებით. ბოლოს უნდა მივალწიოთ იმას, რომ ფარის ზედა და ქვედა ნახევრების რიგრიგად დახურვა-გახსნით მიღებული ყოითელი იერის ორი გამოსახულება და თეთრი იერის გამოსახულება ერთმანეთს დაეძ-
თხვეს და საერთოდ გამოსახულებას ჰქონდეს რაც შეიძლება დიდი სიკაშკაშე.
განხილად კომპარატორზე ინტერფერენციული სურათის მიღება ისე-
თივე წესით ხდება, რაც აღწერილია ამ პარაგრაფის წინა მუხლში.

კომპარატორის სიგრძის დასადგენად საჭიროა: ობიექტივის ფარის ზედა ნახევრეტზე სხივების გატარებით ზედა ინტერფერენციული სურათის მიღება და B სარკის ინდექსის M_1 მიკროსკოპ-მიკრომეტრით სამჭერ დაკვირვება და სამჭერ ალებული ანათელის I_1 საშუალოს დადგენა; ობიექტივის ფარის ქვე-
და ნახევრეტზე სხივების გატარებით ქვედა ინტერფერენციული სურათის მი-
ღება და B სარკის ინდექსის M_2 მიკროსკოპ-მიკრომეტრით სამჭერ დაკვირვება და სამჭერ ალებული ანათელის I_2 საშუალოს დადგენა; ვიშოვრებთ ზემო-
ხსენებულ მოქმედებებს საკონტროლოდ; ესაზღვრავთ B სარკესთან მდებარე
კომპარატორის სამიზნებლის განივ შტრიხზე M_3 მიკროსკოპ-მიკრომეტრით
ხუთჯერ დაკვირვებისა და ამდენჯერვე ანათელის ალების I_3 საშუალოს.

კომპარატორის სიგრძის დადგენისათვის საჭიროა 2—4 სრული ილეთი.
იგულისხმება, რომ I_1 , I_2 და I_3 ოდენობები არის შესრულებულ ილეთთა
საშუალოები.

კომპარატორის სიგრძე განისაზღვრება (17) ფორმულით.

$$d = P_1(P_1 + 1)e + P_1(\Delta_1 - \Delta_2) + \Delta_1.$$

ანუ

$$d = 4(4 + 1)e + 4(\Delta_1 - \Delta_2) + \Delta_1 = 20e + 5\Delta_1 - 4\Delta_2, \quad (7.2.9.18)$$

რადგანაც განხილად შემთხვევაში $P_1 = 4$; $P_2 = P_1 + 1 = 5$.

Δ_1 და Δ_2 სიდიდეების ოდენობები გამოითვლება M_3 მიკროსკოპ-მიკ-
რომეტრით ალებული I_1 , I_2 და I_3 ანათელებით:

$$\left. \begin{aligned} \Delta_1 &= I_1 - I_2 \\ \Delta_2 &= I_2 - I_3 \end{aligned} \right\}. \quad (7.2.9.19)$$

განხილადი კომპარატორის სიგრძის განსაზღვრა სრულდება $0.5 \cdot 10^{-4}$ —
 $-0.2 \cdot 10^{-6}$ სიზუსტის ფარგლებში.

ს ა ზ ო მ ი მ ა ვ თ უ ლ ე ბ ი ს კომპარირება ინტერფერენციულ კომპა-
რატორზე იმავე წესით ხდება, რაც მიღებულია I ტიპის კომპარატორზე მავ-
თულების კომპარირებისათვის. სამიზნეები მოიხსნება და დაკვირვებები მავ-
თულების სკალების შტრიხებზე წარმოებს M_1 , M_2 სკალებიანი მიკროსკო-
პებით, რომელთა ღერძები დაყენებულია სამიზნებლების განივ შტრიხებზე
კომპარატორის სიგრძის დადგენის დროს და რომელთა შორის მანძილი არის
კომპარატორის სიგრძე. მავთულების დაჭიმვა ხდება ჩვეულებრივი საბაზისი
დაზგების გამოყენებით. მავთულების კომპარირების სიზუსტე აღწევს $1 \cdot 10^{-6}$.

ს ა ე რ თ ო შ ე ნ ი შ ე ნ ა. კომპარირების ინტერფერენციული მეთო-
დი, როგორც ვნახეთ, ემყარება ინტერფერენციული სხივების სვლათა სხვაო-

ბის დადგენას; მაგრამ ვინაიდან სინათლის სხივი ყოველთვის გაივლის გარკვეულ ოპტიკურ გარემოს და ამავე დროს, ცნობილია, რომ სხივის ოპტიკური გზა ტოლია გეომეტრიულ S მანძილისა და უპაერო სივრცესთან შედარებით გარემოს გარდატეხის n მაჩვენებლის ნამრავლის, საჭიროა t ტემპერატურის, პაერის B წნეებისა და წყლის ორთქლის b დრეკადობისათვის დაკვირვებებით დადგენილი სხივთა სვლის სხვაობა დაყვანილ იქნეს გარემოს ელემენტების გარკვეულ მნიშვნელობებამდე, მაგალითად, $t_0 = +20^\circ C$; $B = 760$ მმ და $b = 10$ მმ ოდენობების შესაბამისად. მაშასადამე, თუ (5), (13), (15) ფორმულებში ვსარგებლობდით გარკვეული გარემოს პირობების შესაბამისი $\mu_{\lambda, B, b}$ ტალღის სიგრძით, საჭიროა გამოსავალი ეტალონის d ნორმალურ სიგრძეში Δd შესწორების შეტანა გარემოს შესაბამისი ნამდვილი $\mu_{\lambda, B, b}$ ტალღის მიხედვით. იმ შემთხვევაში, როდესაც დაკვირვებებს ვახდენთ ნორმალურთან ახლო პირობებში ან როცა d არის მცირე, შეიძლება ვისარგებლოთ მართი ფორმულით

$$\Delta d = [0,93(t - 20^\circ) - 0,36(B - 760) + 0,05(b - 10)] \cdot 10^{-6} \cdot d. \quad (7.2.9.20)$$

მიღებული (20) დამოკიდებულებებიდან ვაკენით, რომ ამ ფორმულაში შემდეგი ოდენობების შეცდომები: $\Delta t = 0^\circ,1C$; $\Delta B = 0,3$ მმ, $\Delta b = 2$ მმ, d სიგრძის განსაზღვრაში იწვევს $1 \cdot 10^{-7}$ ფარდობით შეცდომას. ამის გამო ინტერფერენციული მეთოდით მანძილების ზუსტად გაზომვისათვის საჭიროა მაღალი სიზუსტით დაცულ იქნეს პაერის ტემპერატურის, წნეების და ტენიანობის მუდმივობა.

თ ა ვ ი III

გეომეტრიული მანძილზომები

მანძილის უშუალოდ გაზომვას (ბაფთით, კვერთხით, მავთულით და სხვა) ადგილობრივი ხელშემშლელი პირობების გამო ხშირად ელოდება მრავალი სახის დაბრკოლება და ამიტომ მოითხოვს დიდ დროსა და ხარჯებს. იმ შემთხვევაში, როდესაც საზღვრის გაზომვაზე მოთხოვნილი სიზუსტე არ არის დიდი, ამავე დროს საჭიროა გაზომვები შესრულდეს რაც შეიძლება მოკლე დროში და ნაკლები დანახარჯებით, საზღვრის აუცილებელი და საკმარისი სიზუსტით გაზომვის შესაბამის საშუალებად მიღებულია გაზომვის არაპირდაპირი მეთოდებიდან ერთ-ერთი სახე. საკმარისად დამუშავებულ და დაფუძნებულ სახედ ცნობილია დგომის წერტილიდან იარაღის გადაუადგილებლად სხვადასხვა წერტილამდე მანძილების განსაზღვრის. ე. წ. გეომეტრიული მანძილზომების საშუალებით მანძილების განსაზღვრის ხერხი. საყრდენი წერტილიდან (გარემოს დამზერის ხერხით) წელიწადების აგეგმვისათვის საჭირო სიზუსტის შესაბამისობის მცირე დროში დაბრკოლებათა ადვილად გადალახვის, ხმარების სიადვილისა და მცირე დანახარჯების გამო გეომეტრიულმა მანძილზომებმა დამსახურებულად მიიპყრო მეცნიერ მკვლევართა ყურადღება.

თანამედროვე გეომეტრიული მანძილზომებით სათანადო სიზუსტით შეიძლება დაბალი კლასის პოლიგონომეტრიული სელების გაზომვა; აგრეთვე მანძილზომებით სრულდება დიდი საინჟინრო ნაგებობათა პროექტების აღგებზე დაკავალვა და მშენებლობის პროცესში მისი ზედამხედველობა.

7.3.1. გეომეტრიული მანძილზომების ზოგადი თეორია

გეომეტრიული მანძილზომების ზოგადი თეორია ეყრდნობა პარალაქსური (ვიწრო ტოლფერდა ან მართკუთხა) სამკუთხედების ამოხსნას.

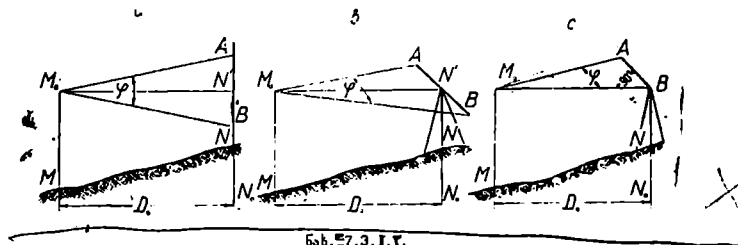
ადგილის MN ხაზის $MN_0 = D_0$, ქვედებული წარმოადგენს AM_0B ტოლფერდა პარალაქსური სამკუთხედის (ნახ. 1^ა) სიმაღლეს, რომლის ოდენობა ისაზღვრება ცნობილი $\overline{AB} = l$ ფუძის და მის პირდაპირ მდებარე პარალაქსური φ კუთხის ოდენობების (1) ფორმულაში შეტანით

$$D_0 = \frac{l}{2} \operatorname{ctg} \frac{\varphi}{2}, \quad (7.3.1.1)$$

ხოლო მართკუთხა AM_0B პარალაქსურ სამკუთხედში D_0 ქვედებული მისი დიდი კათეტია (ნახ. 1^ა), რომლის ოდენობა ისაზღვრება ცნობილი $\overline{AB} = l$ მოკლე კათეტის და მის პირდაპირ მდებარე პარალაქსური კუთხის ოდენობების (2) ფორმულაში შეტანით

$$D_0 = l \operatorname{ctg} \varphi. \quad (7.3.1.2)$$

გეოდეზიაში პარალაქსურ φ კუთხეს უწოდებენ დიასტიმომეტრიულ (მანძილების გამზომავ) კუთხეს, სამკუთხედის M_0 წვეროს კი ანა-



ნახ. 7.3.1. ა.

ლატიურ (უცვლელ) წერტილს; მათ შესაბამის $\overline{AB} = l$ ხაზოვან პარალაქს (ფუძესა და მოკლე კათეტს) ზოგადად უწოდებენ ბაზისს.

სამუშაოს გამართვების მიზნით ერთ-ერთ მის ცნობილ ელემენტს (φ ან l) იღებენ მუდმივად, მაშინ განსასაზღვრელი D_0 მანძილი იქნება ფუნქცია ადგილზე გაზომილი φ ან l ელემენტისა. იმის მიხედვით, თუ რომელ ელემენტს მივიღებთ მუდმივად, ანუ პარალაქსური სამკუთხედის ელემენტის გაზომვის პრინციპის მიხედვით, ყველა გეომეტრიული მანძილზომი იყოფა ორ ჯგუფად: მუდმივკუთხიან და მუდმივბაზისიანად. ცხადია, პირველი ჯგუფის მანძილზომებით ველზე გაიზომება ცნობილი მუდმივი კუთხის შესაბამისი l ბაზისი, ხოლო მეორე ჯგუფის მანძილზომებით კი

იზომება ცნობილი მუდმივი l ბაზისის შესაბამისი დიასტიმომეტრული φ კუთხე.

l ბაზისის მდებარეობის მიხედვით ზემოაღნიშნულ ჯგუფებში შედის მანძილშომები ბაზისით გასაზომი ხაზის ბოლო წერტილში და მანძილშომები ბაზისით გასაზომი ხაზის საწყის წერტილში (ინსტრუმენტზე). გეოდეზიაში უმთავრესად იყენებენ მანძილშომებს ბაზისით გასაზომი ხაზის ბოლო წერტილში, სამხედრო საქმეში კი მეტად გამოიყენება მანძილშომები ბაზისით ინსტრუმენტზე.

კონსტრუქციული დამოკიდებულებების თვალთახედვით მანძილშომები გვხვდება ინსტრუმენტის (თეოდოლიტი, კიპრეგელი, ნიველირი) სამიზნე ჭოგრის ნაწილის, ჭოგრზე საცმის ან დამოუკიდებელი ინსტრუმენტის სახით.

ქვემოთ გეომეტრიულ მანძილშომებს განვიხილავთ პარალაქსური სამკუთხედის ელემენტების გაზომვის პრინციპის მიხედვით და სათანადო ადგილებში ნათქვამი იქნება მათი როგორც ბაზისის მდებარეობა, ისე კონსტრუქციული დამოუკიდებლობისა და სხვა დეტალების შესახებ.

როგორც ვნახავთ, იმის გამო, რომ პარალაქსური სამკუთხედი მეტად ეიწროა (დიასტიმომეტრიული φ კუთხე მცირეა), (1), (2) ფორმულებში $\text{ctg } \frac{\varphi}{2}$ და $\text{ctg } \varphi$ სიდიდეები შეგვიძლია შევცვალოთ "მწკრივად მათი დაშლის პირველი წევრებით რადიანებში, ანუ, შესაბამისად, $\frac{2\rho}{\varphi}$ და $\frac{\rho}{\varphi}$ სიდიდეებით, რის შემდეგ ორივე ტოლობიდან დაიწერება

$$D_0 = \frac{l\rho}{\varphi}. \quad (7.3.1.3)$$

(3) ტოლობაში მუდმივკუთხიანი მანძილშომებისათვის $\frac{\rho}{\varphi}$ იქნება მუდმივი, ხოლო მუდმივბაზისიანებისათვის კი მუდმივია $l\rho$. აღნიშნათ ისინი ორივე შემთხვევაში C ასოთი და შევიტანოთ (3) ფორმულაში, მაშინ მანძილის გამოსათვლელი (3) ფორმულა ორივე ჯგუფის მანძილშომების შესაბამისად დაიწერება:

მუდმივკუთხიანი მანძილშომებისათვის

$$D_0 = Cl. \quad (7.3.1.4)$$

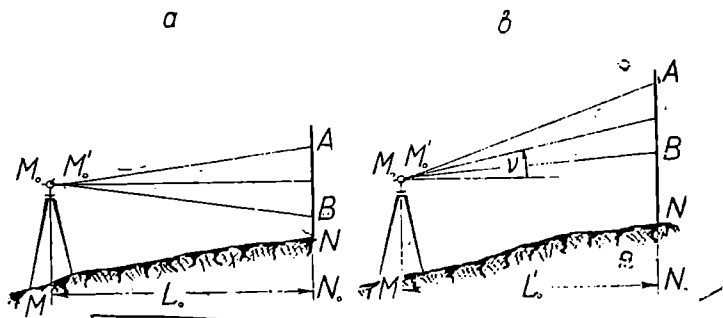
მუდმივბაზისიანი მანძილშომებისათვის

$$D_0 = \frac{C}{\varphi}. \quad (7.3.1.5)$$

C სიდიდეს (4), (5) ფორმულებში ეწოდება მანძილშომების კოეფიციენტი. (4) და (5) ფორმულებიდან ნათელია, რომ გასაზომი D_0 მანძილის სიგრძე მუდმივკუთხიან მანძილშომებში ბაზისის l სიგრძის პირდაპირპროპორციულია, ხოლო მუდმივბაზისიანში კი — φ კუთხის უკუპროპორციული.

მანძილზომების ხარისხის ერთ-ერთი ძირითადი მახასიათებელია კოეფიციენტის ოდენობის უცვლელობა დროის დიდ პერიოდში სხვადასხვა ხელშემშლელ პირობებში ხაზების გაზომვის დროს. აგრეთვე, საჭიროა უაღრესად მკვირვ ოდენობის მქონე ფ კუთხე რაც შეიძლება ზუსტი საშუალებებითა და დიდი ყურადღებით იქნეს გაზომილი, რადგანაც მის გაზომვაში უმკვირვო შეცდომაჲ კი მისი ფუნქციის (კოტანგენის) ოდენობაზე დიდ გავლენას ახდენს.

გეომეტრიულ მანძილზომებში ძირითადად ბაზისის დანიშნულებაა ლარტყა ასრულებს. მუდმივეკუთხიან მანძილზომებში ლარტყებზე დააქვთ დანაყოფები, რომელზეც გასაზომი მანძილისა და მუდმივი კუთხის შესაბამისად აიღება სათანადო ანათელები. მუდმივბაზისიანი ლარტყის ბოლოებში დატანილია მარკები, რომელთა შესაბამისად იზომებება ფ კუთხე, გაზომების დროს მანძილზომების კონსტრუქციის შესაბამისად ლარტყა იდგმება ვერტიკალურად ან თარაზულად. ამიტომ მანძილზომების დახასიათების დროს ბაზისის მდებარეობასთან ერთად აღნიშნავენ ლარტყა ვერტიკალურია თუ თარაზული. აქვე შევნიშნავთ, რომ ვერტიკალური ლარტყის გამოყენების დროს ნაკლებია მანძილის გაზომვის სიზუსტე სხვადასხვა დონე-



ნახ. 7.3.1.2.

ზე გამავალი სხივებისადმი ვერტიკალური რეფრაქციის მრავალნიერი გავლენის გამო.

ზოგიერთი მანძილზომის კონსტრუქცია ისეთია, რომ ანალიზური M_0 წერტილი არ უთავსდება გასაზომი ხაზის საწყის M წერტილს და მდებარეობს წინ, M_0' წერტილში (ნახ. 2ა, ბ 3ა და 7.3.2.1) ან უკან გარკვეულ მუდმივ მანძილზე. აგრეთვე ლარტყის წინა სიბრტყე, სანამდეც მანძილზომით ისაზღვრება მანძილი, ვადის არა გასაზომი ხაზის წერტილზე, არამედ ცოტა წინ, ორივე აღნიშნული მუდმივი დაახლოებით 0,5 მეტრს არ აღემატება, რომელიც აღნიშნათ c ასოთი. მაშინ, თუ L_0 -ით აღნიშნავთ გასაზომი მანძილის ქვედებულს ვაკე ადგილებში (ნახ. 2ა), ნაცვლად (4) და (5) ფორმულისა, შესაბამისად, მივიღებთ ფორმულებს:

მუდმივეკუთხიანი მანძილზომებისათვის

$$L_0 = Cl + c \quad (7.3.1.6)$$

მუდმივბაზისიანი მანძილზომებისათვის

$$L_0 = \frac{C}{\varphi} + c. \quad (7.3.1.7)$$

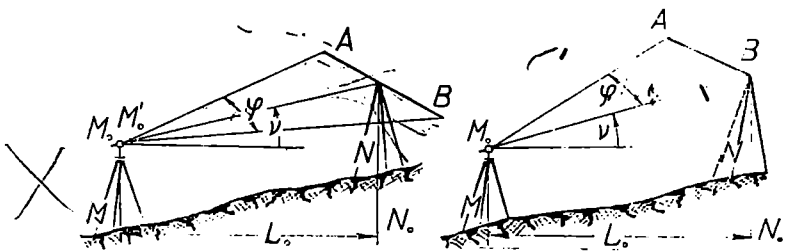
(6), (7) ფორმულებით ისახვრება ისეთი ადგილის ქვედებული, რომლის რელიეფი მკირე დაქანების გამო საშუალებას იძლევა ჰოგრის თარაზულად დაყენებით მივილოთ სათანადო ანათელები (ნახ. 2^ა). იმ შემთხვევაში, როდე საც რელიეფი დიდი დაქანების გამო ჰოგრის თარაზულად დაყენების საშუალებას არ იძლევა (ნახ. 2^ბ), მაშინ ჰოგრს მიემართათ ვეეულად დაყენებული ლარტყის ნებისმიერ წერტილში ისე, რომ ჰოგრის სამიზნე ლერძი ეცემოდეს ლარტყას მიწის ზედაპირიდან არანაკლებ ერთ მეტრზე. მუდმივკუთხიანი მანძილზომებში ვზომავთ l სიგრძეს და დახრის ν კუთხეს, სამიზნე ჰოგრის ლერძის დახრისა და ლარტყისადმი არამართობულობის გამო (6) ფორმულას ვამრავლებთ $\cos^2 \nu$ ზე:

$$L_0' \approx (Cl + c) \cos^2 \nu, \quad (7.3.1.8)$$

ხოლო თარაზული ლარტყის გამოყენების შემთხვევაში (ნახ. 3^ა) ლარტყას ვაყენებთ ჰოგრის მართობულად, ვზომავთ l ბაზისსა და ν კუთხეს და რო-

a

β



ნახ. 7.3.1.3.

გორც (6), ისე (7) ფორმულა გადაშრავლდება $\cos \nu$, ე. ი. აქ მხედველობაში მიიღება ადგილის დახრა:

$$\left. \begin{aligned} L_0' &= (Cl + c) \cos \nu \\ L_0' &= \left(\frac{C}{\varphi} + c \right) \cos \nu \end{aligned} \right\} \quad (7.3.1.9)$$

ამ შემთხვევაში მტკიცედ უნდა დავიცვათ ლარტყის თარაზულობა და ჰოგრის მართობულობა სამიზნე ლარტყისადმი.

ზემომოყვანილ ფორმულებში l ბაზისის სიგრძე შეიძლება შეეცვალოთ ლარტყის ერთი დანაყოფის a საფასურისა და შესაბამისი n დანაყოფების ნამრავლით $l = an$ და აღნიშნულ ფორმულებში aC ნამრაველი აღენიშნოთ K ასოთი, რაც გამოსახავს ლარტყის a დანაყოფის შესაბამის მანძილს ადგილზე. მაშასადამე, (8) და (9) ზოგადი ფორმულები მუდმივკუთხიანი მანძილზომებისათვის ასე დაიწერება:

$$L_0' \approx (Ka + c) \cos^2 \nu, \quad (7.3.1.10)$$

$$L_0' \approx (Kn + c) \cos^2 \nu, \quad (7.3.1.11)$$

ქვემოთ განვიხილავთ:
მულტიპლიკაციური მანძილმზომებიდან (იგულისხმება გეომეტრიული მანძილმზომები):

A. ქაზმბიანი მანძილმზომები

- a. გარე ფოკუსთგაწყობიანი კოგრში;
- b. პოროს სისტემის ანალატიურ გარე ფოკუსთგაწყობიანი კოგრში;
- c. შიდა ფოკუსთგაწყობიანი კოგრში;
- d. ტრანსვერსალური ლარტყით;

B. ოპტიკურ მანძილმზომებს

- a. ორმაგგამოსახულებიან ერთი ოპტიკური სოლით;
 - b. დიფერენციალურს $DH-04$ ($DD-3$);
 - c. დიფერენციალურს $DH-10$ ($DD-5$);
 - d. ავტორედუქტიულს $DH-06$ ($DAF-100$);
 - e. ორმაგგამოსახულებიან ცვალებადი ბაზისით ინსტრუმენტზე $DB-20$ (DBF);
 - f. ორმაგგამოსახულებიან ცვალებადი ბაზისით ინსტრუმენტზე $DI-M$.
- მულტიპლიკაციური მანძილმზომებიდან:

A. ქაზმბიანი მანძილმზომები

- a. ტანგენსური ხრახნით.

B. ოპტიკურ მანძილმზომებს:

- a. ვ. ა. ბელიცინის $DHB-2$;

ფრჩხილებში ნაჩვენებია მანძილმზომების ძველი დასახელება. ყველა მანძილმზომების ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია 7.3.4.1 ცხრილში. საერთო საკავშირო სტანდარტის ახალ დასახელებაში ციფრები ნიშნავს გაზომილ 100 მეტრზე მოსალოდნელი შეცდომის ოდენობას სანტიმეტრებში, მაგალითად, $DH-04$ ნიშნავს 100 მეტრზე მოსალოდნელ ± 4 სმ შეცდომას.

7.3.2. მულტიპლიკაციური მანძილმზომები

A. ქაზმბიანი

ასეთი ტიპის მანძილმზომები მოწყობილია კოგრის ძაფთა ბადის ადგილას HH თარაზული ან VV შვეული ძაფის გასწვრივ გატარებული ორი $a-a$ და $b-b$ ძაფის სახით (ნახ. 1).

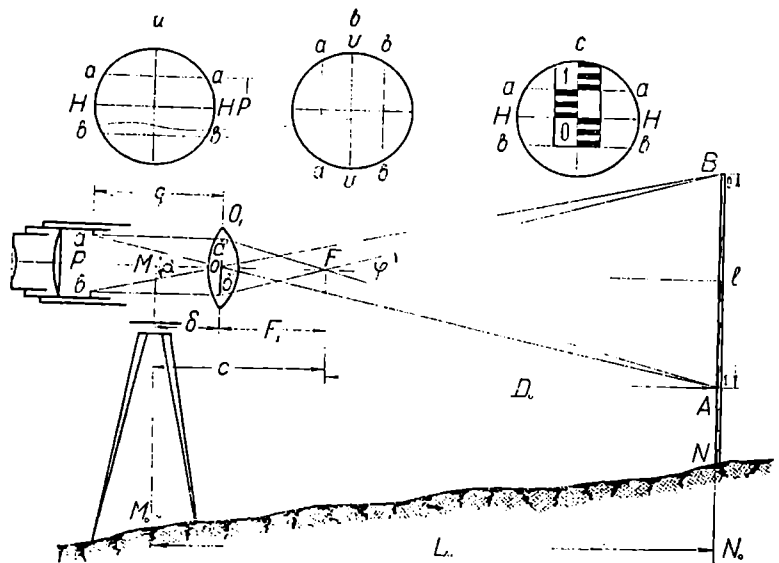
a) გარე ფოკუსთგაწყობიანი კოგრში

აღნიშნოთ: სამანძილო aa და bb ძაფებს¹ შორის მანძილი P -თი; ლარტყაზე AB მონაკვეთის სიგრძე l -ით (მულტიპლიკაციური მანძილმზომებში ბაზისს l -ით აღნიშნავენ); ობიექტივის მთავარი საფოკუსო მანძილი F_1 -ით; მანძილი

¹ ძველად იყენებდნენ ობობას ძაფებს, ამჟამად ძაფების ნაცვლად მინის ფირფიტაზე ატაბუნ შტრაბებს, მაგრამ სახელწოდება მინც ძველი დარჩა.

ობიექტივის ღრმის ცენტრიდან ჯოგრის ბრუნვის ღერძამდე, ანუ იარაღის მთავარ ღერძამდე,—ბ-თი; მანძილი ობიექტივის F მთავარი ფოკუსიდან ლარტყამდე — D_0 -ით; გასაზომი თარაზული $M_0 N_0$ მანძილი — L_0 -ით.

სანამ შევუდგებოდეთ სამუშაო ფორმულის გამოყენებას, გავიხსენოთ ობიექტივიდან ცნობილი თვისება მნათი წერტილისა და მისი გამოსახულების წერტილის შესახებ. ამ თვისებების გამო ობიექტივის წინა მთავარი F ფოკუსი-



ნახ. 7.3.2.1.

დან ლარტყამდე D_0 მანძილის ცვალებადობის შესაბამისად შეიძლება ორი შემთხვევა დაუშვათ. მუდმივი იყოს ლარტყის L ბაზისი და იცვლებოდეს სამანძილო დაფებს შორის P მანძილი ან, პირიქით, ცვლადი იყოს L ბაზისი და P კი—მუდმივი. ვანსახილველი მანძილმზომისათვის P მუდმივია და იცვლება L ბაზისის სიგრძე; ეს იმას ნიშნავს, რომ ჯოგრის ლარტყაზე ფოკუსთგაწყობისას aa და bb სამანძილო დაფებიდან გამოსული წყვილ-წყვილი სხივი შეირწყმება ლარტყის სხვადასხვა წერტილში (ჩვენს შემთხვევაში A და B). როგორც ვხედავთ, უცვლელი P მანძილით დაშორებული aa და bb სამანძილო დაფებით იზომება ლარტყის L ცვლადი ბაზისი, რაც ხდება იმის გამო, რომ მხედველობის არის საზომი α კუთხე იცვლება ჯოგრის ლარტყაზე ფოკუსთგაწყობისას ოკულარის მუხლის ვადაადგილებით. φ კუთხე მუდმივია. როგორც ვიციტ, მას უწოდებენ დიასტიმომეტრიულ, ანუ მანძილის გამზომ, კუთხეს და მის F წერტილს კი—ანალატიურ, ანუ უცვლელ წერტილს¹, რის გამოც ასეთ მანძილმზომს ეწოდება მუდმივკუთხიანი მანძილმზომი.

¹ წინა და სხვა ზოგირთ ნახაზებში ანალატიური წერტილი M_0 , M ან სხვა ასეთია აღნიშნული.

საჩუქრო ფორმულის გამოსაყვანად ობიექტის O_1 ლინზისაჲვის დაგ წეროთ ლარტყისა და მისი გამოსახულების შესაბამისი (ობტიკიდან ცნობილი) ფორმულა:

$$\frac{1}{D_0 + F_1} + \frac{1}{q} = \frac{1}{F_1}$$

აქედან
$$q = \frac{F_1(D_0 + F_1)}{D_0} \quad (7.3.2.1)$$

ახვ და l საჭკუთხედებიდან (ნახ. 1)

$$\frac{p}{l} = \frac{q}{D_0 + F_1};$$

აქედან
$$q = \frac{p(D_0 + F_1)}{l} \quad (7.3.2.2)$$

(1) და (2) ტოლობებიდან:

$$\frac{F_1}{D_0} = \frac{p}{l},$$

საიდანაც
$$D_0 = \frac{F_1}{p} l \quad (7.3.2.3)$$

სრული მანძილი იარალის ცენტრიდან ლარტყამდე გამოითვლება ფორმულით:

$$L_0 = D_0 + F_1 + \delta = \frac{F_1}{p} l + F_1 + \delta.$$

აღენიშნოთ $\frac{F_1}{p} = c$ და $F_1 + \delta = e$,

მაშინ

$$L_0 = cl + e \quad (7.3.2.4)$$

(4) ფორმულით მანძილის განსაზღვრა ხდება იმ შემთხვევაში, როცა ლარტყაზე წარწერები გამოსახავს შესაბამისი მონაკვეთების სიგრაძებს.

იმ შემთხვევაში, როცა ლარტყის წარწერები მხოლოდ მასზე შესაბამისი ტოლი დანაყოფების რაოდენობის გამომსახველია, მაშინ l ბაზისის სიგრძე შეიძლება შეიცვალოს ლარტყის თითოეული a დანაყოფის ნამრავლი მათ n რაოდენობაზე, ე. ი.

$$l = an$$

და (4) ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$L_0 = Can + e$$

აქ C და a მუდმივების ნამრავლი აღენიშნოთ K -თი, ე. ი. $K = Ca$ და საბოლოოდ სამანძილო ფორმულა გვექნება:

$$L_0 = Kn + e \quad (7.3.2.5)$$

როგორც ვხედავთ, გასახოში L_0 მანძილი სამანძილედ დაფიქტირებულია განსაზღვრული (l) ბაზისის, ანუ ლარტყაზე ათვლილ (n) დანაყოფთა რაოდენობის, პირდაპირპროპორციულია.

(4) ფორმულაში C მუდმივი კოეფიციენტი განყენებული რიცხვია და ხშირად ისეთნაირად შეაჩვენებენ F_1 -ს და P -ს, რომ მათი ფარდობა 100 უდრიდეს, ე. ი. $C=100$.

(5) ფორმულაში K მუდმივი კოეფიციენტი სახელდებული რიცხვია და გვიჩვენებს, თუ რა მანძილი შეესაბამება მანძილმზომთან გამოყენებულ ლარტყის ერთ (a) დანაყოფს.

როდესაც $C=100$ და ლარტყის ერთი დანაყოფი $a=1$ სმ, მაშინ მანძილმზომის მუდმივი კოეფიციენტი $K=1$ მ და (5) ფორმულა მიიღებს მარტივ სახეს:

$$L_0 = n + c, \quad (7.3.2.6)$$

სადაც n არის მეტრების რაოდენობა.

სანამ მანძილმზომით დაფიქტვებდეთ ხაზების სიგრძეების განსაზღვრას, პირველ რიგში საჭიროა მისი მუდმივების ოდენობების დადგენა.

c მუდმივის განსაზღვრა

სამუშაო (4), (5) და (6) ფორმულებში გამოყენებული c მუდმივის განსაზღვრა ხდება ქოგარზე უშუალო გაზომვებით. დაფიქტვებთ ქოგარს იარაღიდან დაახლოებით 200 მეტრით დაშორებულ ნებისმიერ საგანს. სახაზავით ან რულეტით გავზომავთ მანძილს ობიექტის ღირნიდან დაფთა ბადის რგოლამდე. ეს მანძილი იქნება F_1 , ვინაიდან (1) ფორმულაში სათანადო რიცხვით ოდენობების ჩასმით დავრწმუნდებით, რომ q მანძილსა და F_1 -ს შორის სხვაობა მეტად უმნიშვნელოა (0,2 მმ). შემდეგ გავზომავთ მანძილს ობიექტის ღირნიდან ქოგარის ბრუნვის ღერძამდე (იარაღის ცენტრამდე), რომელიც ნახაზე m ასოთია აღნიშნული. განაზომთა შეკრებით მიხილებთ c -ს მნიშვნელობას. ხშირად c გამოდის ქოგარის 1,5 სიგრძის ტოლი. საერთოდ მისი სიდიდე 0,50 მეტრს არ აღემატება. წერილმასშტაბიანი აგეგმვების დროს c -ს სრულიად უგულებელყოფენ და (6) ფორმულა ღებულობს შემდეგ სახეს:

$$L_0 = n \cdot (m). \quad (7.3.2.6')$$

C და K მუდმივი კოეფიციენტების განსაზღვრა

C და K განსაზღვრა ხდება არაპირდაპირი ხერხით; (4) და (5) ფორმულებიდან, შესაბამისად, განესაზღვრავთ C -სა და K -ს, მივიღებთ:

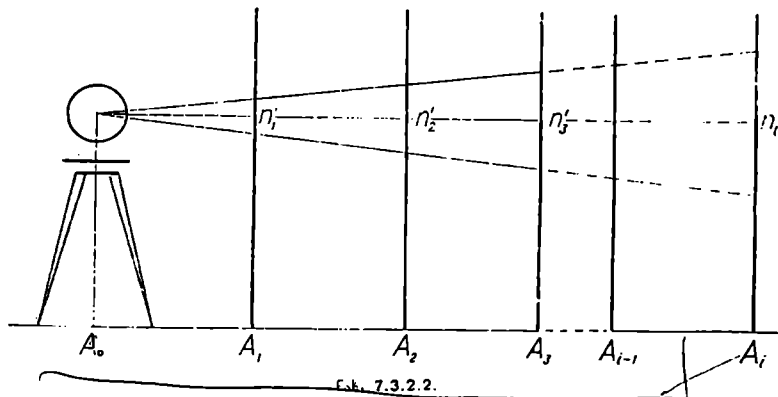
$$C = \frac{L_0 - c}{l}, \quad (7.3.2.7)$$

$$K = \frac{L_0 - c}{n}. \quad (7.3.2.8)$$

ამავე დროს შევარჩევთ ვაკე ადგილს. სასურველი მიმართულებით დავსარავთ 200—300 მეტრ ხაზს. შემდეგ თანამიმდევრობით ბაფთის დახმარებით საწყისი A_0 წერტილიდან სხვადასხვა მანძილზე ჩავსობთ პალოებს $A_1, A_2, A_3, \dots, A_l$ წერტილებში (ნახ. 2).

კომპარირებული ბაფთით $\frac{1}{2000}$ სიზუსტით გავზომავთ წინ და უკან A_0A_1 ,

$A_0A_2, A_0A_3, \dots, A_0A_i$ მონაკვეთებს. განაზომთა უაღბათესი მნიშვნელობები ჩაიწერება (1) სქემის მეორე სვეტში. შემდეგ იარაღს დავცენტრავთ A_1 წერტილში. ლარტყას ვაყენებთ ვეჟულად A_1 წერტილში პალოზე. მიემართავთ კოგრს ლარტყაზე დაახლოებით მართობულად და ავიღებთ სამ ანათვალს



კოგრის თანამიმდევრობით დამიზნებით ლარტყის მარცხენა, შუა და მარჯვენა მხარეებზე. ანათვალთა ურთიერთგანსხვავება დასაშვებია ლარტყის დანაყოფის 0,2-მდე (თუ განსხვავება მეტი გამოვიდა, საჭირო იქნება ძაფთა ბადის შებრუნება). ვთქვათ, მოთხოვნილი პირობა შესრულებულია, მაშინ ლარტყის შუაზე დანამზერს ჩაეწერთ ცხრილის მესამე სვეტში (n_1'); გადავადგილებთ ლარტყას თანამიმდევრობით A_2, A_3, \dots, A_i წერტილებში და ავიღებთ თითოეულ ლარტყაზე დამიზნებით n_2', n_3', \dots, n_i' ანათვლებს, რადგანაც ძაფთა ბადის ხელის ხლება უკვე საჭირო აღარაა, ამ დანამზერებს ჩაეწერთ სქემის 3 სვეტში.

აღნიშნულ მოქმედებას ვაგიგეორებთ რამდენიმეჯერ თანდათანობით გასაზომ ხაზზე ლარტყის წინ და უკან გადაადგილებით და ანათვლებს ჩაეწერთ სქემის მე-4, 5 და 6 სვეტში. მათ საშუალო არითმეტიკულს შესაბამისად ჩაეწერთ ცხრილის მეშვიდე სვეტში ($n_1, n_2, n_3, \dots, n_i$).

სქემა 7.3.2.1.

მონაკვეთები	ვაზომილი სიგრძეები	დანაყოფთა რიცხვი სამანძილო ძაფებს შორის				
		I	II	III	IV	საშუალო
1	2	3	4	5	6	7
A_0A_1	L_1	n_1^I	n_1^{II}	n_1^{III}	n_1^{IV}	n_1
A_0A_2	L_2	n_2^I	n_2^{II}	n_2^{III}	n_2^{IV}	n_2
A_0A_3	L_3	n_3^I	n_3^{II}	n_3^{III}	n_3^{IV}	n_3
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_0A_i	L_i	n_i^I	n_i^{II}	n_i^{III}	n_i^{IV}	n_i

აღნიშნული მონაკვეთების (E) ფორმულაში თანამიმდევრობით ჩასმით გამოვითვლით $K_1, K_2, K_3, \dots, K_i$ -ს შემდეგნაირად:

$$K_1 = \frac{L_1 - c}{n_1}, \quad K_2 = \frac{L_2 - c}{n_2}, \quad \dots, \quad K_i = \frac{L_i - c}{n_i}.$$

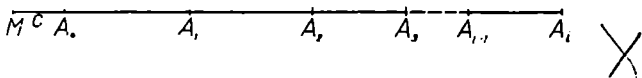
შემდეგ გამოვითვლით მიღებულ ოდენობათა საშუალო არითმეტიკულს:

$$K = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + \dots + K_i}{i}. \quad (7.3.2.9)$$

C კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის ლარტყის დანაყოფთა n_1, n_2, \dots, n_i რიცხუს გადავმარაგებთ დანაყოფის a საფასურზე, რითაც მივიღებთ L_1, L_2, \dots, L_i ბაზისის სიგრძეებს; ამ ოდენობების (7) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ C_1, C_2, \dots, C_i ოდენობებს და გამოვითვლით მათ საშუალო არითმეტიკულს. ეს მულტიპლები განისაზღვრება ყოველი ახალი (სხვა ზომის დანაყოფების მქონე) ლარტყისათვის.

თუ მანძილზომის კოეფიციენტი მივიღეთ წილადი, მაგალითად, $K = 0,8760$ მეტრი, მაშინ მანძილების გაზომვა გაძნელებდა ველზე არითმეტიკული მოქმედების შესრულების გამო; ასეთ შემთხვევაში სავსე საშუალოთა გადავიღებისათვის შეიძლება სხვადასხვა ხერხი გამოვიყენოთ.

ძველად, როცა სამანძილო ძაფებად ობობას ქსელი იხმარებოდა, C კოეფიციენტის შეცვლას ახდენდნენ ძაფების გადაწევით, ხოლო თანამედროვე კოვრებში იმის გამო, რომ ძაფთა ბადე მინაზეა დაშტრიხული, ამის მიღწევა შეუძლებელია. ამიტომ უნდა დამზადდეს ახალი ლარტყა, ანუ უნდა შეიცვალოს ლარტყის დანაყოფის (a) საფასური, რისთვისაც გადავლებავთ ლარტყას თეთრად და ხელმეორედ დავყოფთ ისე, რომ K მივიღოთ მრგვალი რიცხვი. ამ მიზნით შევიარჩევთ ვაკე ადგილს (ნახ. 3) და მასზე წინასწარ გადავზომავთ ზუსტად ტოლ მანძილებს შემდეგი თანამიმდევრობით: ჯერ $MA_0 =$



ნახ. 7.3.2.3.

$= c$ მულტიპლს, შემდეგ, ეტყვათ: $A_0A_1 = 20$ მ, $A_0A_2 = 40$ მ და ასე შემდეგ, დაახლოებით 8—10 მონაკვეთს.

თანამედროვე დანახარების ლარტყას დავაყენებთ ზევილად A_1 წერტილზე და კოვრში მზერით თანაშემწეს ფანქრით აღვანიშნებთ ლარტყაზე სამანძილო ძაფების შესაბამის ორ შტრიხს. მათ შორის მონაკვეთს ზუსტად გადავზომავთ და დავშტრიხავთ ლარტყაზე იმდენჯერ, რამდენი მონაკვეთიც გვაქვს ადგილზე გადაზომილი. ამის შემდეგ ლარტყას თანამიმდევრობით ვაყენებთ A_2, A_3, \dots, A_i წერტილებზე და კოვრის თარაზულ მდგომარეობაში დავყენებით ვამოწმებთ ემთხვევა თუ არა სამანძილო ძაფები, შესაბამისად, ლარტყაზე ჩვენ მიერ წინასწარ აღნიშნულ შტრიხებს.

სამანძილო ძაფების სათანადო შტრიხებზე არდამთხვევა დასაშვებია 0,3 სანტიმეტრამდე, წინააღმდეგ შემთხვევაში საშუალო ისევ განმეორდება და ნაბოლოოდ უარყოფითი პასუხის შემთხვევაში კოვრი საშუალოდ უვარგისად

მიიჩნევა. დადებითი შედეგის შემთხვევაში მანძილებს შტრიხებს შორის დაე-
ყოფთ 20 ან 10 ნაწილად. პირველ შემთხვევაში $K=1$ მ და მეორე შემთხვევა-
ში $K=2$ მეტრს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ლარტყის გადაღების საშუალება არა გვაქვს.
მაშინ წინასწარ შევადგენთ სამანძილო ცხრილს. მაგალითად. ვთქვათ.
 $e=0,40$ მ, $K=0,8760$ მ.

სხვადასხვა n -სათვის შევადგენთ (1) ცხრილს.

ცხრილი 7.3.2.1.

	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Kn	8,76	17,52	26,28	35,04	43,80	52,56	61,32	70,08	78,84	87,6

დაეუშვათ, რომ ლარტყაზე ანათვალა 136,3. L_0 -ის განსაზღვრისათვის
ცხრილიდან ამოვიწეროთ 100; 30,6 და 0,3-ის შესაბამის სიგრძეებს და შევკრი-
ბავთ; ამ ჯამს დაეუმატებთ $e=0,40$ მეტრს, ე. ი. მივიღებთ:

$$L_0 = 87,60 + 26,28 + 5,26 + 0,30 + 0,40 = 119,84 \text{ მ.}$$

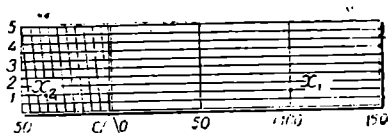
როგორც ვხედავთ, (5) ფორმულის გამოყენებისას საჭირო გამრავლება
შეიცვალა შეკრებით, მაგრამ აქაც ბევრი დროის დახარჯვა გვიხდება.

შედარებით ნაყოფიერია სამანძილო მასშტაბის გამოყენება. სამანძილო
მასშტაბს განსაკუთრებული უპირატესობა აქვს დამრეცი ადგილების მენჭუ-
ლით აგეგმვის დროს თუ გინდ K უდრიდეს მთელ რიცხვს.

ვთქვათ, გეგმის მასშტაბია 1 : 2 000; $e=0,40$ მ, $K=0,8760$ მ. სამან-
ძილო მასშტაბის ფუძედ მივიღოთ 50 დანაყოფი. ამ დანაყოფთა რაოდენობის
შესაბამისი სიგრძე გეგმაზე, ანუ სამანძილო მასშტაბის ფუძის ხაზოვანი სიგრ-
ძე, იქნება:

$$\frac{0,8760 \cdot 50}{20,00} = 2,190 \text{ სმ.}$$

შევადგენთ ასეთი ფუძით
განივ მასშტაბს, მხოლოდ ფუძის
ცალკე დამატება e -ს მნიშვნე-
ლობა იგივე მასშტაბში (ნახ. 3).



ნახ. 7.3.2.4.

მაგალითად, ლარტყაზე ათ-
ველილი $n=136$ -ის შესაბამისი

სიგრძე 1 : 2000 მასშტაბში იქნება x_1, x_2 მონაკვეთი (ნახ. 4). როდესაც e ნა-
ლებია გეგმის მასშტაბის ზღვრულ სიზუსტეზე, მაშინ მისი ოდენობა სამან-
ძილო მასშტაბში ვერ შეიტანება და არც არის საჭირო.

ფ მუდმივის განსაზღვრა

(i) ნახაზის მიხედვით დავწერთ:

$$\text{tg } \frac{\varphi}{2} = \frac{l}{2D_0}.$$

ამ ტოლობაში (3) ფორმულიდან ჩავსვათ D_0 -ის მნიშვნელობა. შემდეგ $\frac{F_1}{P}$ -ის მაგიერ C კოეფიციენტი შევიტანოთ, მივიღებთ:

$$\text{ეს } \frac{\varphi}{2} = \frac{1}{2 \frac{F_1}{P}} = \frac{1}{2C}. \quad (7.3.2.10)$$

აქ ვგულისხმობთ, რომ ჰოკრის სამიზნეხელი დერკიდან სამანძილო aa და bb ძაფები სიმეტრიულადაა დაშორებული. თუ მივიღებთ, რომ $C = 100$, მაშინ

$$\text{ეს } \frac{\varphi}{2} = \frac{1}{200},$$

ანუ

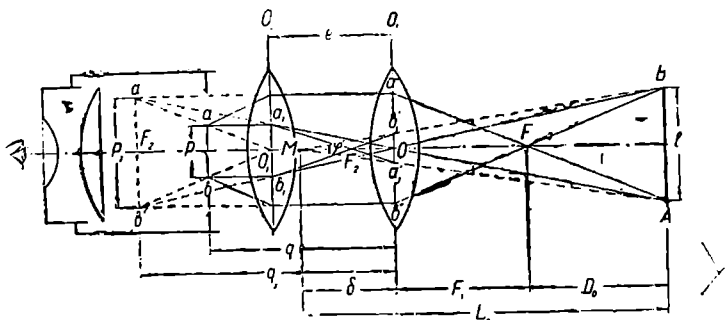
$$\varphi = 34', 38.$$

მაშასადამე, დიასტიმომეტრიული კუთხე, როდესაც $C = 100$, რადიანის კუთხური ოდენობის მესადის ტოლია. თითქმის ყველა მულმივეკუთხიან მანძილზომებში φ მიღებული ოდენობისაა.

ბ. პოკოხ სისტემის ანალატიური მანძილზომი

განხილავი მანძილზომიე წარმოადგენს ძაფებიან მანძილზომს გარე ფოკუსთგაწყობიან ჰოკრში, მხოლოდ იგი თავისებურებით ხასიათდება, რაც შემდეგში მდგომარეობს:

ობიექტივის მუხლში O_1 ლინზიდან e მულმივე მანძილზე ჩასმულია O_2 მკირეფოკუსიანი ლინზა (ნახ. 5). O_2 ლინზა შემკრებია (შეიძლება გამზნე-



ნახ. 7.3.2.5.

ვი ლინზის დაყენება). როგორც ნახაზიდან ჩანს, დამატებით O_2 ლინზას ლარტყის A და B წერტილებიდან გამოსული სხივები ხელშეორედ რომ არ გარდაეტება, ლარტყის I სივრდის P_1 გამოსახულება O_1 ლინზიდან დაშორებული იქნებოდა q_1 მანძილით. O_2 ლინზის დამატებით დაყენების გამო ნამდვილ გამოსახულებას მივიღებთ O_1 ლინზიდან q მანძილის დაშორებით. ეს

გამოსახულება შეესაბამება კოორდინატულ ლარტყაზე ფოკუსთგაწყობის შემდეგ aa და bb სამანძილო ძაფებს შორის მუდმივ P მანძილს. როგორც ვხედავთ, ამ სახის მანძილმზომში e მუდმივია და q ცვლადი. დანარჩენი აღნიშვნები (5) ნახაზე იგივეა, რაც (1) ნახაზე. სამუშაო ფორმულის გამოსაყვანად მოვიქცეთ შემდეგნაირად: დავწერთ ტოლობა O_1 ლინზისათვის, საგნისა და მისი გამოსახულების შესახებ

$$\frac{1}{D_0 + F_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{1}{F_1}. \quad (7.3.2.11)$$

$a'ob'$ და AoB სამკუთხედებიდან

$$\frac{P_1}{l} = \frac{q_1}{D_0 + F_1} \quad (7.3.2.12)$$

ანალოგიურად, O_2 ლინზის მიმართ P საგნისა და მისი წარმოსახვითი P_1 გამოსახულებისათვის დაიწერება

$$\frac{1}{q-e} - \frac{1}{q_1-e} = \frac{1}{F_2}, \quad (7.3.2.13)$$

სადაც F_2 არის O_2 ლინზის მთავარი საფოკუსო მანძილი.

ao_1b და $a'o_1b'$ სამკუთხედებიდან

$$\frac{q-e}{q_1-e} = \frac{P}{P_1}. \quad (7.3.2.14)$$

(11), (12), (13) და (14) ტოლობების შესაბამისად განვსაზღვრავთ:

$$q_1 = \frac{F_1(D_0 + F_1)}{D_0}, \quad (7.3.2.15)$$

$$P_1 = \frac{q_1 l}{D_0 + F_1} = \frac{F_1(D_0 + F_1)l}{(D_0 + F_1)D_0} = \frac{F_1 l}{D_0}. \quad (7.3.2.16)$$

$$q-e = \frac{F_2(q_1-e)}{q_1 + F_2 - e}, \quad (7.3.2.17)$$

$$q-e = \frac{P(q_1-e)}{P_1}. \quad (7.3.2.18)$$

(17) და (18) ტოლობებიდან მივიღებთ:

$$\frac{F_2}{q_1 + F_2 - e} = \frac{P}{P_1}. \quad (7.3.2.19)$$

(19) ფორმულიდან კი მივიღებთ:

$$F_2 P_1 - P q_1 - P F_2 + P e = 0. \quad (7.3.2.20)$$

(20) ტოლობაში ჩავსვით q_1 და P_1 -ის მნიშვნელობები (15) და (16) ფორმულებიდან და განვსაზღვროთ D_0 მანძილი, მივიღებთ პირველი ხარისხის ერთუცნობიან განტოლებას, საიდანაც:

$$D_0 = \frac{F_1 F_2}{P(F_1 + F_2 - e)} l - \frac{F_1^2}{F_1 + F_2 - e}. \quad (7.3.2.21)$$

სრული მანძილის გამოსათვლელად დაიწერება:

$$L_0 = D_0 + F_1 + \delta = \frac{F_1 F_2}{P(F_1 + F_2 - \epsilon)} l - \frac{F_1(\epsilon - F_2)}{F_1 + F_2 - \epsilon} + \delta. \quad (7.3.2.22)$$

აქ $\frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2 - \epsilon}$ ფარდობა O_1 და O_2 ლინზების ეკვივალენტური ლინზის მთავარი საფოკუსო მანძილია და აღინიშნება $F_{\text{ავ}}$. მისი ფარდობა P -სთან მუდმივია და აღენიშნავთ C -თი. აგრეთვე ისე შეარჩივენ ϵ -ს, რომ $\frac{F_1(\epsilon - F_2)}{F_1 + F_2 - \epsilon}$ ტოლი იქნეს δ -სი, ე. ი. (22) ტოლობის მარჯვენა მხარის უკანასკნელი ორი წევრი ერთმანეთს აბათილებენ, რის ვაშლ საბოლოოდ მანძილი გამოისახება ფორმულით:

$$L_0 = Cl. \quad (7.3.2.23)$$

ანალოგიურად (4) ფორმულისა, თუ l -ს ლარტყის დანაყოფებში გამოვსახავთ ($l = an$) და aC -ს აღენიშნავთ K -თი, მივიღებთ:

$$L_0 = Kn. \quad (7.3.2.24)$$

როგორც (5) ნახაზიდან ჩანს, დიასტიმომეტრიული ϕ' კუთხის წვეროვანობა კოგრის ბრუნვის ღერძს (იარალის მთავარ ღერძს) M წერტილში.

(5) ნახაზით სხივთა სვლა სქემატურად ასე შეიძლება წარმოვიდგინოთ: aa და bb ძაფებიდან გამოსული aa_1 და bb_1 ურთიერთსწვრივი სხივები O_2 ლინზაში გარდატეხისას გაივლის O_2 ლინზის F_2 მთავარ ფოკუსში და დაეცემა მისგან F_1 -ზე ნაკლები მანძილით დაშორებულ O_1 ლინზის a'_1 და b'_1 წერტილებს, სადაც ისინი გარდატეხებიან და საბოლოოდ მიიმართებიან $a_1'A$ და $b_1'B$ მიმართულებით. F_2 და ϵ სიდიდეების მუდმივობის გამო სხივთა ეს მიმართულება მუდმივია.

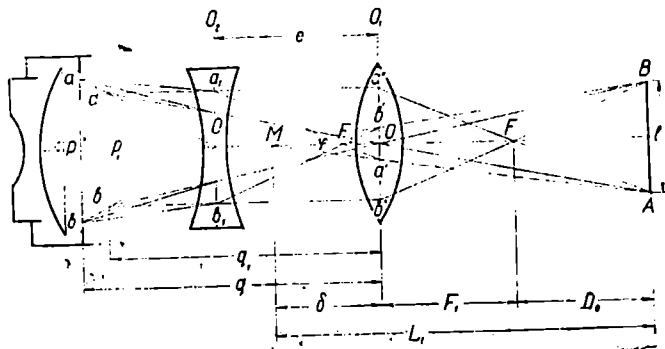
Aa_1' და Bb_1' სხივთა გაგრძელებით მივიღებთ კოგრის სამიზნებელ ღერძზე მათ წარმოსახვითს გადაკვეთას M წერტილში. ამით იქმნება ϕ დიასტიმომეტრიული კუთხე, მაშასადამე, იარალის M ცენტრი ანალატიური წერტილია. ამიტომ ასეთ მანძილშოშომს ანალატიურ მანძილშოშომს უწოდებენ. აქ ნაგულისხმებია, რომ aa და bb ძაფები ტოლი მანძილებითაა დაშორებული კოგრის სამიზნებელი ღერძიდან. ეს მანძილშოშომი შექმნილია კაროს მიერ.

პოროს ანალატიური მანძილშოშომის ნაკლი ისაა, რომ შიგა O_2 ლინზა ანეცირებს კოგრის მხედველობის არეს და გამოსახულების ნათელობას, რაც ანათვლების აღებაზე უარყოფით გავლენას ახდენს.

ე. ძაფებიანი მანძილშოშომი შიგა ფოკუსთგაწყობიან ზოგრაში

განხილავთ მანძილშოშომი პოროს მანძილშოშომისაგან იმით განსხვავდება, რომ ტელეობიექტივიან კოგრაში O_2 ლინზა სხივგამბნევიან, აგრეთვე ϵ მანძილი ამ დამატებითი ლინზის ლარტყაზე კოგრის ფოკუსთგაწყობისათვის გადაადგილების გამო ცვალებადია და q მანძილი (კოგრის სიგრძე) კი უცვლელი (ნახ. 6).

როგორც ვხედავთ, O_1 და O_2 ღიზნების ეკვივალენტური ღიზნის მთავარი საფოკუსო მანძილი ცვალბადია, ე. ი. C კოეფიციენტი, φ კუთხე და c არ წარმოადგენს მუდმივ სიდიდეებს. ამიტომ უნდა შევეცადოთ, C და გამოვსახოთ ისეთნაირად, რომ ისინი განისაზღვრონ ჰოგრის მუდმივი ელ-



ნახ. 7.3.2.6.

მენტებით. ამით საბოლოოდ მივალწვეთ. იმას, რომ პრაქტიკულად შეგვეძლება დასაშვები შეცდომების ფარგლებში C , φ და c მუდმივებად ჩავთვალოთ.

სამუშაო ფორმულების გამოყენების მიზნით გამოვიყენოთ პოროს მანძილზომისათვის გამოყენილი (20) ტოლობა, რადგანაც მისი მიღება შეიძლება (6) ნახაზის მიხედვით წინა პარაგრაფში განხილული წესით:

$$F_2 P_1 - P q_1 - p F_2 + P e = 0. \quad (7.3.2.25)$$

(25) ტოლობაში ცვლადი e შევცვალოთ მუდმივი q -თი, ამისათვის (14) პროპორციიდან განვსაზღვრავთ e -ს; მხოლოდ აქ იგულისხმება, რომ ჰოგრი დაყენებულია შორ მანძილზე, რაც გამოისახება e -სთან უსასრულობის ინდექსის მიწერით e_{∞} :

$$e_{\infty} = \frac{P q_1 - P_1 q}{P - P_1}. \quad (7.3.2.26)$$

e_{∞} -ის მნიშვნელობას (26) ფორმულიდან ჩავსვამთ (25) ტოლობაში. შემდეგ მიღებულ ტოლობაში (15) და (16) ფორმულებიდან შევიტანთ q_1 და P_1 -ის მნიშვნელობებს, რის შედეგად მივიღებთ ნორმალური სახის ერთუცნობიან სრულ კვადრატულ განტოლებას D_0 -ის მიმართ:

$$F_2 P^2 D_0^2 + P F_1 l (q - F_1 - 2F_2) D_0 + F_1^2 F_2 l^2 - P F_1^2 l = 0,$$

საიდანაც მივიღებთ:

$$D_0 = - \frac{F_1 l}{2 P F_2} \left[(q - F_1 - 2F_2) + \sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4 F_2^2 - 4 F_1 F_2 \frac{P}{l}} \right]. \quad (7.3.2.27)$$

ფესვის წინ იქნება ნიშანი პლუსი, ვინაიდან მეორე ფესვი მანძილის გაზომვისათვის არ გამოდგება. (27) გამოსახულების დისკრიმინანტში შევიტანოთ აღნიშვნები.

$$(q - F_1 - 2F_2) - 4F_2^2 = a \text{ და } 4F_1F_2 \frac{P}{l} = b.$$

დავშალოთ $(a+b)^{1/2}$ მწკრივად, ხოლო $\frac{P}{l}$ სიდიდის სიმცირის გამო შევჩერდეთ დაშლის მესამე წევრზე, მივიღებთ:

$$(a+b)^{1/2} = \sqrt{a} + \frac{b}{2\sqrt{a}} - \frac{b^2}{8(\sqrt{a})^3} + \dots \quad (7.3.2.28)$$

(27) ფორმულაში (28) გამოსახულების სათანადო ადგილას ჩასმით მივიღებთ:

$$D_0 = -\frac{F_1 l}{2PF_2} \left[(q - F_1 - 2F_2) + \sqrt{a} + \frac{b}{2\sqrt{a}} - \frac{b^2}{8(\sqrt{a})^3} \right],$$

ანუ

$$D_0 = \frac{F_1}{2PF_2} [(q - F_1 - 2F_2) + \sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}] l - \frac{F_1^2}{\sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}} + \frac{F_1^3 F_2}{(\sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2})^3} \cdot \frac{P}{l}. \quad (7.3.2.29)$$

(29) ფორმულაში უკანასკნელი შესაკრები სიმცირის გამო შეიძლება უგულოდ ბეღვეოთ. მაშინ სრული მანძილი გამოსახება ტოლობით:

$$L_0 = D_0 + F_1 + \delta = -\frac{F_1}{2PF_2} [(q - F_1 - 2F_2) + \sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}] \cdot l + F_1 + \delta - \frac{F_1^3}{\sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}}. \quad (7.3.2.30)$$

(30) ტოლობაში შევიტანოთ აღნიშვნები:

$$C = \frac{F_1}{P} \cdot \frac{(q - F_1 - 2F_2) + \sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}}{-2F_2}, \quad (7.3.2.31)$$

$$c = F_1 + \delta - \frac{F_1^3}{\sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}}, \quad (7.3.2.32)$$

მივიღებთ:

$$L_0 = Cl + c. \quad (7.3.2.33)$$

თუ l -ს ლარტყის დანაყოფებში გამოვსახავთ, ე. ი. $l = an$, და Cn ნამრავლს K -თი აღვნიშნავთ, მივიღებთ:

$$L_0 = Kn + c. \quad (7.3.2.34)$$

თანამედროვე მანძილზომები შიგა ფოკუსთაწყობიანი ჰოგრებისათვის მზადდება ისეთნაირად, რომ C და c სიდიდეების განმსაზღვრელი კომპონენტები უცვლელს ხდიან C , φ და c -ს. უმრავლეს შემთხვევაში c გაუტოლ-

დება ნულს. აგრეთვე იგულისხმება, რომ შიგა ლინზის გადაადგილებით მხერის ღერძი არ ტყდება, ვინაიდან მისი გავლენა პრაქტიკულად უმნიშვნელოა. განხილად კოგრში სხივთა სვლა ძირითადად ისეთივეა, როგორც პორის კოგრში.

ჩ და ϵ მუდმივების განსაზღვრა

აღნიშნული მუდმივების წინასწარი განსაზღვრა ხდება თანადროულად. საერთოდ იმ მანძილზე, რომლის ოპტიკური ელემენტების უშუალოდ განსაზღვრა ვერ ხერხდება, სამუშაო ფორმულის მუდმივები თანადროულად განისაზღვრება არაპირდაპირი ხერხით. ვაქე ადგილზე ერთი და იმავე მიმართულებით ბაფთით ზუსტად გადავზომავთ ურთიერთ მნიშვნელოვნად განსხვავებულ დახლოებით $L_1 = 15$ და $L_2 = 100$ მ მანძილებს. 15 მეტრზე მცირე მანძილების განსაზღვრა ნაკლებად საიმედოა K და ϵ სიდიდეების არამტიკულ მუდმივების გამო.

მანძილზე ვცენტრავთ ხაზის თავში და თანამიმდევრობით ავიღებთ n_1 მონაკვეთთა ბოლოებში შვეულად დაყენებულ სამანძილო ლარტყაზე n_1 და n_2 ანათვალს და ჩავსვამთ სამანძილო (34) ფორმულაში, მივიღებთ ორ განტოლებას K და ϵ უცნობით:

$$\left. \begin{aligned} L_1 &= Kn_1 + \epsilon \\ L_2 &= Kn_2 + \epsilon \end{aligned} \right\} \quad (7.3.2.35)$$

ამ განტოლებათა ერთობლივი გადაწყვეტით მივიღებთ:

$$K = \frac{L_2 - L_1}{n_2 - n_1} \quad (7.3.2.36)$$

ამ სიდიდის (35) ტოლობის პირველ განტოლებაში ჩასმით მივიღებთ:

$$\epsilon = L_1 - \frac{L_2 - L_1}{n_2 - n_1} \cdot n_1 \quad (7.3.2.37)$$

უნდა ვიგულისხმოთ, რომ L_1 და L_2 მანძილები ბაფთით ზუსტად არის გაზომილი; მაშინ K და ϵ -ს განსაზღვრის სიზუსტე ძირითადად დამოკიდებული იქნება n_1 და n_2 ანათვლების სიზუსტეზე. ამიტომ დავეწეროთ (36) და (37) განტოლებების სრული დიფერენციალი n_1 და n_2 ცვლადების მიხედვით:

$$\begin{aligned} \Delta K &= \frac{\partial K}{\partial n_2} \Delta n_2 + \frac{\partial K}{\partial n_1} \Delta n_1 = - \frac{(L_2 - L_1) \Delta n_2}{(n_2 - n_1)^2} + \frac{(L_2 - L_1) \Delta n_1}{(n_2 - n_1)^2} = \\ &= \frac{L_2 - L_1}{(n_2 - n_1)^2} (\Delta n_1 - \Delta n_2), \\ \Delta \epsilon &= \frac{K}{n_2 - n_1} (\Delta n_1 - \Delta n_2). \end{aligned} \quad (7.3.2.38)$$

$$\begin{aligned} \Delta c &= \frac{\partial c}{\partial n_2} \Delta n_2 + \frac{\partial c}{\partial n_1} \Delta n_1 = \\ &= - \left[- \frac{(L_2 - L_1) n_1 \Delta n_2}{(n_2 - n_1)^2} + \frac{(L_2 - L_1)(n_2 - n_1) \Delta n_1 + (L_2 - L_1) n_1 \Delta n_1}{(n_2 - n_1)^2} \right] = \\ &= \frac{L_2 - L_1}{(n_2 - n_1)} [n_1 \Delta n_2 - (n_2 - n_1) \Delta n_1 - n_1 \Delta n_1], \\ \Delta c &= \frac{K}{n_2 - n_1} (n_1 \Delta n_2 - n_2 \Delta n_1). \end{aligned} \quad (7.3.2.39)$$

ზემო ფორმულებში $\frac{L_2 - L_1}{n_2 - n_1}$ -ის მაგიერ ჩავსვით მისი მნიშვნელობა K (36)

ფორმულიდან.

შესაბამისი საშუალო კვადრატული შეცდომები

$$m_K = \pm \frac{K}{n_2 - n_1} \sqrt{m_1^2 + m_2^2} \quad (7.3.2.40)$$

და

$$m_c = \pm \frac{K}{n_2 - n_1} \sqrt{n_1^2 m_2^2 + n_2^2 m_1^2}. \quad (7.3.2.41)$$

მიღებული ფორმულებით დავასკვნით, რომ, რაც უფრო მეტი იქნება სხვაობა n_2 და n_1 ანათვალთა შორის, მით მანძილმზომის მუდმივები K და c ზუსტად განისაზღვრება; აგრეთვე (41) ფორმულის ფესვქვეშ გამოსახულება მით ნაკლები იქნება, რაც უფრო მცირე იქნება n_1 , მაგრამ არანაკლებ თხუთმეტისა.

აღწერილი ხერხით მუდმივების განსაზღვრა შეიძლება ყველა შემოსვენებული მანძილმზომებისათვის. განვიხილოთ მაგალითი, ვთქვათ, უშუალოდ გაზომილი $L_1 = 4,301$ მ და $L_2 = 199,960$ მ, ხოლო მათი შესაბამისი $n_1 = 3,90$ და $n_2 = 197,98$, მაშინ (36) და (37) ფორმულებით მივიღებთ:

$$K = \frac{L_2 - L_1}{n_2 - n_1} = \frac{199,960 - 4,301}{197,98 - 3,90} = \frac{195,659}{194,08} = 1,0081 \text{ მ},$$

$$c = L_1 - \frac{L_2 - L_1}{n_2 - n_1} \cdot n_1 = L_1 - K n_1 = 4,301 - 1,0081 \cdot 3,90 = 0,37 \text{ მ}.$$

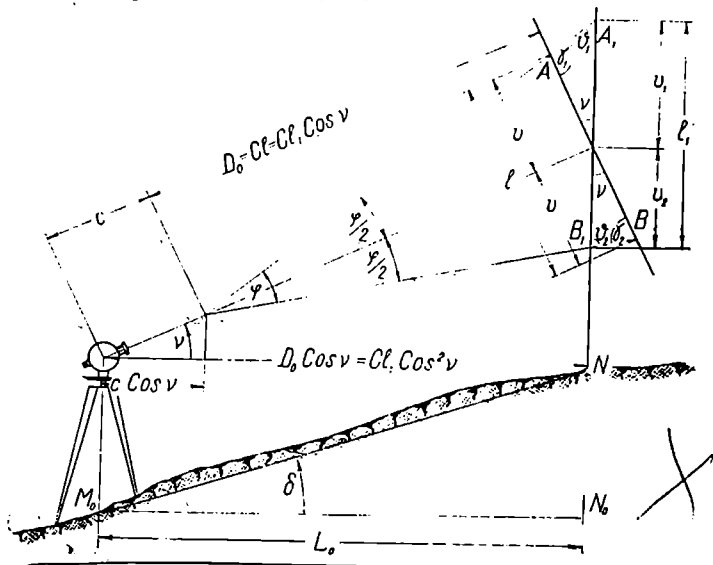
ბ. მანძილზომით გაზომილ მანძილში შემწორების შეთანხმება ხაზის დახრილობისათვის (მეორე შემთხვევა)

დედამიწის ფიზიკური ზედაპირის M_0 და N წერტილებს შორის თარახული მანძილის (ორთოგონალური პროექციის) $M_0 N_0 = L_0$ განსაზღვრავდ ინსტრუმენტს დაეცენტრავთ და მომწესობაში მოვიყვანთ ერთ-ერთ, მაგალითად, M_0 წერტილზე და მეორე N წერტილზე შევუღალ დავაყენებთ ლარტყას და ქოგრის სამიზნებელ ღერძს დავუმიზნებთ ლარტყას ნებისმიერ წერტილში.

როგორც (7) ნახაზიდან ჩანს, L_0 -ის მისაღებად საჭიროა (4) და (5) ფორმულებში შესწორება შევიტანოთ ჰოგარის სამიზნებელი ღერძის დახრილობისა და ამავე დროს ლარტყისადმი არამართობულობის გამო. ლარტყა რომ ჰოგარის სამიზნებელი ღერძის მართობული იყოს, მაშინ D_0 მანძილი გამოითვლებოდა (3) ფორმულით: $D_0 = \frac{F_1}{P} l$, რომელშიაც $\frac{F_1}{P} = C$, ე. ი.

$$D_0 = Cl. \quad (7.3.2.42)$$

მაგრამ სამანძილო ძაფებს შორის მოქცეულია არა ლარტყის $AB = l$, არამედ $A_1B_1 = l_1$ მონაკვეთი. ცნობილი $l_1 = s_1 + s_2$ ბაზისის საშუალებით გამოთვალათ უცნობი $l = 2s$. აქ იგულისხმება, რომ ჰოგარის სამიზნებელი



ნახ. 7.3.2.7.

ღერძი დიასტიომეტრიულ კუთხეს შუაზე ყოფს. აგრეთვე შეიძლება ჰოგარის ჰქონდეს არა ისეთი დახრა, როგორც აქვს ღელამიწის ფიზიკურ ზედაპირს, ე. ი. $\alpha \neq \delta$. (7) ნახაზიდან:

$$s_1 = s \frac{\sin \gamma_1}{\sin \vartheta_1} \quad (7.3.2.43)$$

$$s_2 = s \frac{\sin \gamma_2}{\sin \vartheta_2} \quad (7.3.2.44)$$

იმავე ნახაზის მიხედვით:

$$\gamma_1 = 90^\circ + \frac{\varphi}{2}; \quad \vartheta_1 = 90^\circ - \nu - \frac{\varphi}{2};$$

$$\gamma_2 = 90^\circ - \frac{\varphi}{2}; \quad \vartheta_2 = 90^\circ - \nu + \frac{\varphi}{2}.$$

(43) და (44) ფორმულებში კუთხეთა მიღებული მნიშვნელობების ჩასმით, მათი შეკრებისა და $\cos^2 \nu \cdot \cos^2 \frac{\varphi}{2}$ -ზე შეკვეცით მივიღებთ:

$$l_1 = l \frac{1}{\cos \nu} \frac{1}{1 - \operatorname{tg}^2 \nu \operatorname{tg}^2 \frac{\varphi}{2}} \quad (7.3.2.45)$$

ამ ტოლობაში შეგვიძლია $\operatorname{tg}^2 \nu \operatorname{tg}^2 \frac{\varphi}{2}$ წევრის უგულებელყოფა, რადგანაც

(10) ფორმულის გამოყენებით გამოთვლილი $\operatorname{tg}^2 \frac{\varphi}{2} = \left(\frac{1}{200} \right)^2 = \frac{1}{40000}$ მცირე სიდიდეა. ამის გამო γ_1 და γ_2 კუთხეებს სთვლიან 90° -ის ტოლ კუთხეებად: მ.შასაღამე. (45) ტოლობიდან მივიღებთ:

$$l_1 = l \frac{1}{\cos \nu},$$

ანუ

$$l = l_1 \cos \nu. \quad (7.3.2.46)$$

ჩავსვათ (42) ფორმულაში l -ის მნიშვნელობა (46) ტოლობიდან, მივიღებთ:

$$D_0 = Cl_1 \cos \nu, \quad (7.3.2.47)$$

ხოლო თარაზული მანძილი (L_0) გამოითვლება ფორმულით:

$$L_0 = Cl_1 \cos^2 \nu + c \cos \nu. \quad (7.3.2.47')$$

თუ l_1 სიდიდეს $n_1 a$ დანაყოფებით გამოვსახავენ და Ca -ს K კოეფიციენტით შევცვლით, საბოლოოდ გვექნება:

$$L_0 = Kn_1 \cos^2 \nu + c \cos \nu. \quad (7.3.2.48)$$

C მუდმივიც რომ $\cos^2 \nu$ -ზე გადაგვემრავლებინა, მივიღებდით:

$$L_0 = (Kn_1 + c) \cdot \cos^2 \nu. \quad (7.3.2.49)$$

ამით ν კუთხის ნებისმიერი სიდიდის შემთხვევაში უგულებელსაყოფ შეცდომას დავუშვებდით; მართლაც, თუ (49) ტოლობას გამოვაკლებთ (48) და დაშვებულ შეცდომას, ანუ სხვაობას, აღვნიშნავთ Δ -თი, მივიღებთ:

$$\Delta = -2c \cos \nu \cdot \sin^2 \frac{\nu}{2}. \quad (7.3.2.50)$$

გასაზომი ხაზის თარაზული სიგრძე ნამდვილ სიგრძესთან შედარებით გამოვა ნაკლები Δ სიდიდით. შევადგინოთ (1) ცხრილი იმ შემთხვევისათვის, როცა $c = 0,50$ მ.

ცხრილი 7.3.2.1

ν	$2c \cos \nu \cdot \sin^2 \frac{\nu}{2}$
0°	0,00 მ
10°	0,01 მ
20°	0,03 მ
30°	0,07 მ
45°	0,13 მ

როგორც ვხედავთ, Δ მცირე ოდენობისაა, ამიტომ მანძილების გასაზომად სამუშაოდ მივიღებთ (49) ფორმულას. (49) ფორმულაში $Kn_1 + c$ (5) ფორმულის ანალოგიურად მანძილია, რომელშიაც არ არის შეტანილი შესწორება ჰოგრის სამიზნებელი ღერძის დახრილობისა და ლარტყისადმი არამართობულობის გამო. თუ ამ შესწორებას აღვნიშნავთ ΔL -ით, მაშინ მისი ოდენობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\Delta L = (Kn_1 + c) - (Kn_1 + c) \cos^2 \nu, \quad \text{ანუ} \quad \Delta L = (Kn_1 + c) \sin^2 \nu. \quad (7.3.2.51)$$

აღვნიშნოთ შესწორების გარეშე მანძილმზომით განსაზღვრული დახრილის სხივის სიგრძე L_1 -ით, გვექნება:

$$L_1 = Cl_1 + c = Kn_1 + c. \quad (7.3.2.52)$$

მაშინ (49) და (51) ტოლობები გადაიწერება ასე:

$$L_0 = L_1 \cos^2 \nu \quad (7.3.2.53)$$

და

$$\Delta L = L_1 \sin^2 \nu. \quad (7.3.2.54)$$

ΔL -ს ხშირად უწოდებენ ჰორიზონტზე დაყვანას ან შესწორებას ხაზის დახრილობის გამო.

ΔL -ის გამოთვლის შემდეგ განისაზღვრება L_0 თარაზული მანძილი ფორმულით:

$$L_0 = L_1 - \Delta L. \quad (7.3.2.55)$$

მთავარიან ადგილებში დახრის კუთხეების გაზომვა უფრო ზუსტად უნდა მოხდეს, ვიდრე დამრეც ადგილებში. მაგალითად, თუ (54) ტოლობას გავადიფერენციალებთ და შემდეგ გადავალთ საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე, მივიღებთ:

$$d(\Delta L) = L_1 \sin 2\nu d\nu = L_1 \sin 2\nu \frac{d\nu}{\rho},$$

ანუ

$$m_{(\Delta L)} = \pm L_1 \cdot \sin 2\nu \frac{m_\nu}{\rho}. \quad (7.3.2.56)$$

შესწორების ფარდობითი შეცდომა

$$\frac{m_{\Delta L}}{L_1} = \pm \sin 2\nu \frac{m_\nu}{\rho}. \quad (7.3.2.57)$$

როგორც (57) ფორმულიდან ჩანს, დახრის კუთხის განსაზღვრისას ერთი და იმავე შეცდომის (m_ν) შემთხვევაში ფარდობითი შეცდომა მით უფრო იზრდება, რაც უფრო დიდია ν კუთხე. გარდა ამისა, უნებლიედ ლარტყის შეცვლილ მდგომარეობიდან გადახრის გავლენა ν კუთხის გაზომვის დროს აღწევს თითქმის $1^\circ - 1^\circ,5 - ს$; თუ ამ სიდიდეს m_ν -ს მაგიერ შევითვალთ (56) ფორმულაში, ვნახავთ, რომ ადგილის 5° -ზე მეტი დახრილობის შემთხვევაში ლარ-

ტყას უნდა ჰქონდეს თარაზო. მართლაც, ვთქვათ, $\nu = 5^\circ$, $m\nu = 1^\circ$, $L_1 = 10^6$ მეტრს, $\rho = 57^\circ, 3$, მაშინ (56) ფორმულით $m(\Delta L) = \pm 0,30$ მ. ზემოაღნიშნულს საფუძველზე დავასკვნით, რომ მთაგორიან ადგილებში საჭიროა დახრის კუთხეების უფრო ზუსტად განსაზღვრა (ვერნიერის სიზუსტე არ უნდა აღემატებოდეს $\tau = 20'' - 30''$) და ლარტყაზე უნდა იყოს მიმაგრებული თარაზო.

დროის ეკონომიისა და სიზუსტის უზრუნველყოფის მიზნით მრავალი ავტორის მიერ შედგენილია ზემოაღნიშნული ფორმულების შესაბამისად ცხრილები¹⁾.

ზემოაღნიშნული ცხრილებიდან 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 და 8 შედგენილია (52) და (53) ფორმულების შესაბამისად, ე. ი. პირველ რიგში (52) ფორმულით განისაზღვრება L_1 (ცხრილებში ხშირად D -თია აღნიშნული)—მანძილ-მზომით გაზომილი დახრილი სხივის სიგრძე მისი დახრილობისა და შევეულად დაყენებული ლარტყისადმი არამართობულობით გამოწვეული შესწორების²⁾ გარეშე (მოკლედ L_1 -ს ვუწოდებთ დახრილი სხივის სიგრძეს) და შემდეგ (53) ფორმულით გამოითვლება თარაზული მანძილი იარაღისა და ლარტყის დგომის წერტილებს შორის (ცხრილებში ხშირად d -თია აღნიშნული) ან, რაც იგივეა, L_1 -ის თარაზული პროექცია. მე-9, 10 და 11 ცხრილები შედგენილია (52), (54) და (55) ფორმულების შესაბამისად, ე. ი. პირველ რიგში (52) ფორმულით გამოითვლება L_1 , შემდეგ (54) ფორმულით გამოითვლით ჰოვრის სამიზნეხელი ღერძის დახრილობისა და ამ ღერძის ვერტიკალურად დაყენებული ლარტყისადმი არამართობულობის გამო ΔL შესწორებას და შემდეგ (56) ფორმულით გამოითვლება L_0 . 12 ცხრილი შედგენილია როგორც (52) და (53), ისე (52), (54) და (56) ტოლობებისათვის, ე. ი. გამოიყენება როგორც პირდაპირ L_0 -ის, ისე ΔL შესწორების გამოსათვლელად.

ცხრილების გამოყენების დროს საჭიროა გვახსოვდეს შემდეგი:

1. როდესაც $\nu \leq 2^\circ$, მაშინ საჭირო არაა მანძილმზომით გაზომილი დახრილი სხივის პორიზონტზე დაყვანა, ე. ი. დავუშვებთ, რომ $L_1 = L_0$.
2. როდესაც $\nu = 2^\circ$ -ზე აგრეთვე ავეგმვის მასშტაბი არის 1 : 500, მაშინ

¹⁾ უფრო გავრცელებულია შემდეგი ცხრილები:

1. Тахеометрические таблицы, превышений составлены по Иордану и Ригеру, редактор проф. Высоцкий В.
2. М. А. Савицкий. Таблицы высот.
3. В. А. Тугулов. Таблицы разностей высот и элементов круговых кривых.
4. Д. Н. Оглоблин и И. Я. Рейзенкинд. Тахеометрические таблицы.
5. В. И. Яримбаш, Тахеометрические таблицы.
6. М. Л. Рудштейн и В. И. Яримбаш. Тахеометрические таблицы.
7. И. В. Адрианов. Универсальные Тахеометрические таблицы.
8. В. Н. Ганьшин и А. С. Хренов. Тахеометрические таблицы.
9. А. С. Филиленко и Е. Ф. Беликов. Таблицы и руководство работ с круговыми тахеометрами.
10. Н. И. Серебrenников, Тахеометрические таблицы.
11. Г. Г. Егоров, Таблицы превышений, вычисляемых по расстояниям измеренным дальнометром, для углов наклона от 0° до 30° .
12. А. С. Хренов. Таблицы для вычисления превышений.

როგორც მცირეც არ უნდა იყოს მანძილმზომით გაზომილი მანძილი, საჭიროა მისი ჰორიზონტზე დაყვანა. რაც შეეხება დანარჩენ მასშტაბებს; საჭიროა მოცემული მასშტაბისა და მანძილმზომის სიზუსტის გამოყენებით დავადგინოთ ამ მასშტაბისა და განსაზღვრული დაბრის კუთხისათვის მანძილმზომით გაზომილი რა სიგრძეების დაყვანა არაა საჭირო ჰორიზონტზე, ე. ი. მოცემული მასშტაბისა და ν -სათვის რა შემთხვევაში უდრის $L_1 = L_2$. ხშირად ცხრილებში (მაგალითად, მე-7 და 10 ცხრილებში) საგანგებოდ არის მითითებული, თუ მოცემული მასშტაბისა და ν -თვის რა სიგრძეების დაყვანა არაა საჭირო ჰორიზონტზე.

3. როდესაც $\nu > 17^\circ$ -ზე, მანძილმზომით გაზომილი ყველა სხივის დაყვანა საჭირო ჰორიზონტზე ნებისმიერი მასშტაბით.

საერთოდ უნდა გვახსოვდეს, რომ სანამ დავიწყებდეთ ამა თუ იმ ცხრილით სარგებლობას, საჭიროა წინასწარ მისი გულდასმით გაცნობა და ტიპური მაგალითების გამოყვანა. წინააღმდეგ შემთხვევაში მუშაობის დროს მოსალოდნელია უხეში შეცდომები.

გ. სამანძილო ძაფების საპირის სისქე

სამანძილო ძაფები უნდა იყოს ისეთი, რომ ოკულარის ლინზაში მზერისას მათი სისქე არ უნდა გამოჩნდეს კრიტიკული კუთხის ($60''$) შესაბამის ხაზოვან ოდენობაზე მეტი, ეს იმას ნიშნავს, რომ ძაფთა-ბადის ძვიდურის მიწაზე დაშტრახული სამანძილო ძაფების სისქე გამრავლებული ოკულარის გამადიდებლობაზე უნდა უდრიდეს 0,1 მმ, ე. ი.

$$\tau g_2 = 0,1 \text{ მმ}, \quad (7.3.6.58)$$

სადაც τ არის ძვიდურის მინაზე მონიშნული სამანძილო ძაფების სისქე.

g_2 — ოკულარის გამადიდებლობა.

(58) ფორმულიდან

$$\tau = \frac{0,1 \text{ მმ}}{g_2}. \quad (7.3.6.58')$$

(58') ფორმულაში ჩაესვათ ოპტიკიდან ცნობილი ოკულარის გამადიდებლობის გამოსახულება:

$$g_2 = \frac{\omega}{f},$$

მაშინ მივიღებთ:

$$\tau = \frac{0,1 \text{ მმ} f}{\omega}, \quad (7.3.2.59)$$

სადაც ω არის თვალის საუკეთესო ხედვის მანძილი, რაც ნორმალური თვალისათვის 250 მმ-ს უდრის;

f —ოკულარის ლინზის მთავარი საფოკუსო მანძილი; უმთავრესად

$f = 10$ მმ. მაშასადამე, ოკულარის მაქსიმალური გამადიდებლობა არ აღემატება 25-ს. (59) ფორმულაში f და ω -ს მნიშვნელობების ჩასმით მივიღებთ:

$$\tau = \frac{0,1 \text{ მმ} \times 10 \text{ მმ}}{250 \text{ მმ}} = 0,004 \text{ მმ} = 4 \text{ მიკრონს.}$$

თანამედროვე ინსტრუმენტების ძაფთა ბადის მინებზე არის დაახლოებით ასეთი სისქის სამანძილო შტრიხები.

**f. ლარტყის დანაყოფის სიდიდის განსაზღვრა.
მანძილმყოფით მუშაობის წესრიგი**

აღვნიშნოთ სამანძილო ლარტყის ერთი დანაყოფის სიდიდე a -თი. ჭოგრ-ში ამ დანაყოფის გამოსახულების სიდიდე — t -თი.

ცდებით დადგენილია, რომ თუ სამანძილო ძაფის τ სისქე ძაფთა ბადის სიბრტყეში ლარტყის ერთი დანაყოფის გამოსახულების ერთ მეასედს არ გადასცდა, იგი ნორმალურია, ე. ი. დაცული უნდა იქნეს დამოკიდებულება

$$t = 10\tau. \quad (7.3.2.60)$$

(60) ფორმულაში შევიტანოთ τ -ს მნიშვნელობა (59) ფორმულიდან, გვექნება:

$$t = 10 \frac{0,1 \text{ მმ} \cdot f_{\text{ოკ}}}{250 \text{ მმ}} = \frac{f_{\text{ოკ}}}{250 \text{ მმ}}. \quad (7.3.2.61)$$

ვგულისხმობთ რა ლარტყა მნიშვნელოვანი მანძილით არის დამორბეული ინსტრუმენტიდან, შეგვიძლია (1) ნახაზის ანალოგიური ნახაზის წარმოდგენით დაეწეროთ პროპორცია

$$\frac{a}{t} = \frac{D_0}{F_{\text{ოკ}}}, \quad (7.3.2.62)$$

საიდანაც

$$a = \frac{D_0}{F_{\text{ოკ}}} t. \quad (7.3.2.63)$$

(63)-ში შევიტანოთ t -ს მნიშვნელობა (61) ფორმულიდან, მივიღებთ:

$$a = \frac{D_0}{F_{\text{ოკ}}} - \frac{f_{\text{ოკ}}}{250}. \quad (7.3.2.64)$$

ცნობილია,

$$\frac{f_{\text{ოკ}}}{F_{\text{ოკ}}} = \frac{1}{G},$$

სადაც G არის ჭოგრის გამადიდებლობა. ამ სიდიდის (64) ტოლობაში შეტანათ მივიღებთ:

$$a = \frac{D_0}{250 G}. \quad (7.3.2.65)$$

(63) ფორმულიდან ჩანს, რომ სამანძილო ლარტყის დანაყოფის სიდიდე დამოკიდებულია ჭოგრის გამადიდებლობასა და გასაზომი მანძილის სიგრძეზე.

ზანძილმზომთან ერთად სანიველო ლარტყის გამოყენება (ნახ. 8^ა,^ბ). განსაკუთრებით კი სანიველო ლარტყის გამოყენება მიზანშეწონილია მსხვილმასშტაბიანი აგებულების დროს, რადგანაც, ჩვეულებრივ, ასეთ შემთხვევაში მოკლე მანძილები იზომება. როგორც ცნობილია, სანიველო ლარტყები მზადდება დანაყოფების აღნიშვნით მხოლოდ ერთ მხარეზე ან ორივე მხარეზე (შავი და წითელი), რომელთაც მოკლედ ცალ მ მ ხ რ ი ვ ი და ო რ მ მ ხ რ ი ვ ი ლარტყა ეწოდება.

ნახის სიგრძის გასაზომად მის ერთ ბოლოში აყენებენ მანძილმზომს და მეორეში—ლარტყას. ლარტყის დაყენება საჭიროა ნულოვანი შტრიხით ზემოთ, რათა თავიდან ავიცილინოთ ნულოვანი შტრიხის დაფარვა ბალახით. ზუჩქნარით, ადგილის ნაყევით ან რაიმე დაბრკოლებით. ქვედა სამანძილო ძაფს შევუთავსებთ ლარტყის ნულოვან შტრიხს და ზედა ძაფით ვიღებთ ლარტყაზე ანათვალს¹. ორმოცდაათ მეტრამდე მანძილების გაზომვის დროს ანათვალი აიღება ლარტყის ერთი დანაყოფის მეათედებში. იმ შემთხვევაში, როდესაც ზედა ძაფი ხვდება ლარტყას ნიადაგიდან ერთ მეტრზე ნაკლებ სიმაღლეზე, მაშინ ჯობს ანათვალა ავიღოთ შუა ძაფით; შემდეგ შუა ძაფი შევუთავსოთ ლარტყის ნულოვან შტრიხს და ზემო ძაფით ლარტყაზე ავითვალოთ; ამ ორი ანათვლის ჯამი იქნება *n*. საჭიროა საკონტროლო ანათვლის აღება; ამისათვის, როდესაც ცალმხრივი ლარტყა გვაქვს, ქვედა ძაფს შევეუთავსებთ რომელიმე დეციმეტრის დანაყოფის საწყისს და მოვიქცევით ზემოაღწერილი წესით. იმ შემთხვევაში კი, როცა ლარტყა ორმხრივია, მაშინ საკონტროლო ანათვალი აიღება წითელ მხარეზეც და თუ შავ და წითელ მხარეზე ანათვლებს შორის განსხვავება ლარტყის დანაყოფის 0,2—0,4-ს არ გადასცილდა, შედეგი დამაკმაყოფილებელია და *n* ორივე ანათვლის საშუალო იქნება. ჩვეულებრივ, ლარტყის წითელი მხარის საწყისი დანაყოფის წარწერა ხელოვნურად გაზრდილია (8^ბ ნახაზე 400 მილიმეტრით) და ყოველი დანაყოფი შავი მხარის დანაყოფის 1,1-ია, ე. ი. საჭიროა მიღებულ ანათვალს გამოაკლდეს 400 მმ და სხვაობას მიემატოს ამ სხვაობის ათი პროცენტი. მაგალითად, შავ მხარეზე (ნახ. 8^ა) ანათვალია 722, ხოლო წითელზეა 1056 (ნახ. 8^ბ), ე. ი. წითელი მხარის ანათვალი იქნება (1056—400) + 65,6 = 721,6 მმ. რაც მისაღებია და საბოლოო ანათვალი იქნება 721,8 მმ, ანუ ადგილზე 72,18 მ. არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ ყოველი ანათვლის აღების შემდეგ უნდა შემოწმდეს ხომ არ გადაადგილდა ქვედა ძაფი ადრე შეთავსებული საწყისი შტრიხისაგან. შეუთავსებლობის მიზეზად უნდა ჩაითვალოს მელარტყე. საერთოდ საჭიროა ქვედა ძაფის საწყის შტრიხზე შეთავსება და ზედა ძაფით ანათვლის აღება მოკლე დროში შესრულდეს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც საგანგებოდ დამზადებული ლარტყით გვიღება მუშაობა, ყოველივე ზემოაღწერილი განმეორდება იმ ლარტყების მიმართ, რომელთაც სამიზნე არა აქვთ, ხოლო აქ თავისებურება იმაშია, რომ გარდა მცირე დანაყოფებისა, მასზე აღნიშნულია დიდი დანაყოფებიც (ნახ. 8^გ).

ამ შემთხვევაში 50 მეტრამდე მანძილებისათვის ისევე, როგორც *a* ლარ-

¹ (8) ნახაზი ჰოვრით გამოჩნდება შებრუნებულად, ე. ი. ზედა ძაფით აიღება ანათვალი ქვედიდან ზევით ისევე, როგორც (1^ა) ნახაზზეა ნაჩვენები.

ტყაზე ქვედა ძაფს შევეუთავსებთ ლარტყის ნულს და ანათვალს ვიღებთ ზედა ძაფით. მაგალითად, (8^ა) ნახაზზე ანათვალა 255 მმ, რომელსაც შეესაბამება ადგილზე 25,5 მ., ხოლო 50 მეტრზე მეტი მანძილებსათვის ზედა ძაფს ვაყენებთ მსხვილი (ათი მეტრის ჯერად) დანაყოფის შტრიხზე და ანათვალს ვიღებთ ქვედა ძაფით, რომელიც ხვდება წვრილი დანაყოფების ფარგლებში, მაგალითად, (8^ბ) ნახაზზე ანათვალა 565 მმ, რომელსაც ადგილზე შეესაბამება 56,5 მ (ანათვლების აღების დროს საჭიროა წიგნი შევებარუნოთ).

რაც შეეხება სამიზნიან ლარტყას, ამ შემთხვევაში სამიზნეს, რომელსაც ჩვეულებრივ გაჭრილი წრის ფორმა აქვს, ნულოვანი შტრიხიდან გადაადგომლებენ $\frac{c}{C}$ სიდიდეზე ლარტყის წარწერიან დანაყოფებისაკენ; ამით ყოვე-

ლი ანათვალი გაიზრდება $\frac{c}{C}$ ოდენობით, ე. ი. სამანძილო ფორმულაში c -ს მიმატება საჭირო აღარ იქნება, მართლაც. (4) ფორმულიდან:

$$L_0 = C \left(l + \frac{c}{C} \right). \quad (7.3.2.66)$$

მაშასადამე, მანძილი მიიღება მანძილშომის მუდმივ კოეფიციენტზე ანათვლის გადამრავლებით.

8^ა ნახაზზე არის ლარტყის შავი მხარე (ორი და ხუთსანტიმეტრიანი დანაყოფებით) და ანათვალი 107,5 სანტიმეტრია, ხოლო 8^ბ ნახაზზე ლარტყის წითელი მხარეა. მისი ყოველი დანაყოფი შავ დანაყოფზე 0,1-ით მეტია, ე. ი. ორი და ხუთსანტიმეტრიანი პირობითი დანაყოფებია. ამიტომ ანათვალს უნდა დაეუმატოთ ამ ანათვლის 10%. მაგალითად, (8^ა) ნახაზზე ანათვალა 98 პირობითი სანტიმეტრი, რომელსაც დაეუმატებთ 9,8, მივიღებთ 107,8 სანტიმეტრს. შავ და წითელ ანათვალთა საშუალო იქნება 107,6 სანტიმეტრი; ამ ოდენობებს შევიტანთ (66) ფორმულაში და მივიღებთ შესაბამის მანძილს.

ვთქვათ, $C = 100$, მაშინ (66) ფორმულით შესაბამისი მანძილი

$$L_0 = C \left(l + \frac{c}{C} \right) = 100 \times 107,6 \text{ სმ} = 107,6 \text{ მეტრი.}$$

არ უნდა დაგვავიწყდეს ყოველ სადგურზე საჭიროებისამებრ კოგრის სამიზნებელი ლერძის v დახრის კუთხის განსაზღვრა.

ვ. მუდმივკუთხიანი მანძილშომების სიზუსტე და ნაკლი

წინა პარაგრაფებში აღწერილი მანძილშომებისათვის გამოყვანილ ზოგად $L_0 = Cl + c$ და $L_0 = (Cl + c) \cos^2 v$ ფორმულებში შემავალი მუდმივებისა (C ან K და c) და (l , v) განსაზღვრის შეცდომებზეა დამოკიდებული გასაზომი (L_0) თარაზული მანძილის სიზუსტე.

1 გასაკვიბია, რომ აღნიშნული დანიხიება ებება მხოლოდ არაანალტიკურ მანძილშომებს.

მულტიპლური განსაზღვრის შეცდომა ყოველ განაზომში შევა ერთი და იმავე ოდენობითა და ნიშნით მიუხედავად გასაზომი მანძილის სიგრძისა. იგი ყოველი ცალკეული გაზომვის თანხლებული მულტიპლური შეცდომაა. ცდებით დადგენილია, რომ მისი ოდენობა არ გადასცილდება ± 1 სმ. შეიძლება კადრე უფრო მეტი სიზუსტის მიღწევაც, თუ მხედველობაში მივიღებთ მანძილს ლარტყის წინა სიბრტყესა და ხაზის ბოლო წერტილს შორის. იმ შემთხვევაში, როცა იგი არაპირდაპირ, ე. ი. C ან K მულტიპლურებთან ერთად განსაზღვრება, მაშინ უნდა მოვიქცეთ ისე, როგორც ეს წინათ იყო ახსნილი ((41) ფორმულა). რაც უფრო მეტი იქნება მანძილმზომით გასაზომი ხაზის სიგრძე, მით ნაკლები იქნება ამ ხაზის გაზომვის ფარდობითი შეცდომა. მაგალითად, როცა $\epsilon = 1$ სმ, მაშინ 30-მეტრიანი ხაზის გაზომვის ფარდობითი შეცდომაა 1:3 000 და 200-მეტრიანი ხაზისათვის კი 1:20 000. თუ გვაქვს 4,5 კმ სიგრძის პოლიგონი, რომლის მთელი სიგრძე განსაზღვრულია მისი 30 გვერდის ცალ-ცალკე განაზომთა შეჯამებით, მაშინ ϵ -ს განსაზღვრის შეცდომის გამო პოლიგონის პერიმეტრის სიგრძეში მთელი შეცდომა იქნება 0,30 მ და ფარდობითი შეცდომა კი 1:15 000. C ან K განსაზღვრის შეცდომა სისტემატურია და იგი განაზომში შედის გასაზომი ხაზების სიგრძეების პროპორციულად, უცვლელი ნიშნით, ამიტომ აღნიშნული მულტიპლური მეტად გულდასმით უნდა იქნეს განსაზღვრული. ზუსტი აგეგმვის დროს ტემპერატურის ცვალებადობაც კი უნდა იქნეს მიღებული მხედველობაში. მაგალითისათვის ავიღოთ C -ს გამოსათვლელი (31) ფორმულა და გავადიფერენციალოთ C , P და q -თი, რადგანაც ტემპერატურა ამ სიდიდეების ცვლას იწვევს, უმჯობესია ჭერ გავალოგარიტმით ნებერის ფუძით:

$$\ln C = \ln F_1 - \ln P + \ln [(q - F_1 - 2F_2) + \sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}] - \ln(-F_2) - \ln 2.$$

გამოვიყენოთ მიღებული გამოსახულების სრული დიფერენციალი C , P და q -თი:

$$\frac{\Delta C}{C} = -\frac{\Delta P}{P} + \frac{1 + \frac{q - F_1 - 2F_2}{\sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}}}{(q - F_1 - 2F_2) - \sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}} \cdot \Delta q;$$

საბოლოოდ მივიღებთ:

$$\frac{\Delta C}{C} = -\frac{\Delta P}{P} + \frac{\Delta q}{\sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}}. \quad (7.3.2.67)$$

(67) ფორმულის რიცხვითი სიდიდის მისაღებად დავუშვათ, რომ $F_1 = 100$ მმ, $F_2 = -70$ მმ, $\epsilon_{\infty} = 50$ მმ (ლიზნების ურთიერთდაშორება, როცა იარაღიდან საგნამდე მანძილი უსასრულოდ დიდია), $P = 3,5$ მმ, $\delta = 116$ მმ, სპილენძის ჰოგრისათვის ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი უდრის 0,0000183 და მინის ფირფიტის (რომელზეც დაკვესილია სამანძილო ძაფები) ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი კი 0,0000089. მიღებული ოდენ-

ნობების ოპტიკიდან ცნობილი რთული ლინზის მთავარი საფოკუსო მანძილის გამოსათვლელ ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

$$F_{\text{ავ}} = \frac{F_1 F_2}{F_1 + F_2 - e_{\infty}} = 350 \text{ მმ};$$

შიგა ფოკუსთგაწყობიანი ქოგრის სიგრძე

$$q = e_{\infty} + F_{\text{ავ}} - \frac{F_{\text{ავ}} \cdot e_{\infty}}{F_1} = 225 \text{ მმ};$$

$$q - F_1 - 2F_2 = 265 \text{ მმ};$$

$$\sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2} = 225 \text{ მმ}.$$

მიღებული ოდენობების (31) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

$$C = \frac{100}{3,5} \cdot \frac{265 + 225}{140} = 100.$$

(32) ფორმულაში სათანადო ოდენობების ჩასმით მივიღებთ:

$$e = 100 + 116 - \frac{100^2}{225} = 172 \text{ მმ} \approx 17 \text{ სმ}.$$

როგორც ვხედავთ, (67) ფორმულაში Δq -ს მნიშვნელი q -ს სიდიდის ტოლია და ამ ფორმულაში მათი განსხვავების მხედველობაში მიღება საჭირო არაა¹, ამიტომ (67) ფორმულა შეიძლება დაიწეროს იმ ვარაუდით, რომ

$$-\frac{\Delta P}{P} = -0,0000089t$$

და

$$\frac{\Delta q}{\sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}} = \frac{\Delta q}{q} = 0,0000183t,$$

ე. ი. (67) ფორმულით მივიღებთ:

$$\frac{\Delta C}{C} = -0,0000089t + 0,0000183t = 0,0000094t, \quad (7.3.2.68)$$

სადაც t არის სხვაობა კოეფიციენტების განსაზღვრისა და მანძილზომით მუშაობის ტემპერატურებს შორის.

გაეალოგარიტმით და შემდეგ გავაიფერენციალოთ მანძილზომის ძირითადი (4) ფორმულა L_0 -ით, C -თი და l -ით, მივიღებთ:

$$\frac{\Delta L_0}{L_0} = \frac{\Delta C}{C} + \frac{\Delta l}{l}. \quad (7.3.2.69)$$

¹ წინააღმდეგ შემთხვევაში (67) ტოლობის მარჯვენა მხარის მეორე წევრის შავიერ, შედგენილი პროპორციის საფუძველზე, დაიწერებოდა

$$\frac{q}{\sqrt{(q - F_1 - 2F_2)^2 - 4F_2^2}} = 0,0000183.$$

ლარტყას ხშირად აკეთებენ ფიჭვისას, რომლის ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი $0,000042 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, ე. ი.

$$\frac{\Delta l}{l} = 0,000042 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

მიღებულ ოდენობათა (69) ფორმულაში ჩასმით გვექნება:

$$\frac{\Delta L_0}{L_0} = 0,0000094t + 0,0000042t = 0,0000136t. \quad (7.3.2.70)$$

ვთქვათ, ტემპერატურული სხვაობა სამანძილო კოეფიციენტის განსაზღვრასა და მანძილშოშობით მუშაობის შორის $t = 20^\circ$, მაშინ (70) ტოლობაში მისი შეტანით მივიღებთ:

$$\frac{\Delta L_0}{L_0} = 0,0000136 \times 20 = 0,00027.$$

განხილადი მაგალითისათვის მიღებული გვაქვს გასაზომი მანძილი $L_0 = 4.5$ კმ. ამ შემთხვევაში მანძილის გაზომვის შეცდომა

$$\Delta L_0 = 0,00027 \times 4500 \text{ მ} = 1,2 \text{ მ}.$$

როგორც ვხედავთ, C -ს განსაზღვრის შეცდომა ზუსტი ავეგმვის დროს მხედველობაში მისაღები სიდიდეა.

C კოეფიციენტის განსაზღვრაში შედის არა მარტო ტემპერატურის ცვალებადობით გამოწვეული შეცდომები, არამედ ხაზის უშუალოდ გაზომვის, ლარტყაზე ანათვლის აღებისა და სხვა შეცდომებიც. აღნიშნულის გამო C კოეფიციენტის განსაზღვრა საჭიროა განსაკუთრებული ყურადღებით.

ლარტყაზე ანათვლების თანხლებული გავლენის დასადგენად განვიხილოთ ფორმულა (4), $L_0 = C + c$.

ვთქვათ, $C = 100$ და $c = 17$ სმ სიდიდეების ოდენობები უშეცდომოდაა განსაზღვრული, მაშინ L_0 -ის განსაზღვრის სიზუსტე დამოკიდებული იქნება ლარტყაზე სამანძილო ძაფებით ანათვლის აღების სიზუსტეზე. განაზოძოთა შეცდომების თეორიის თანახმად, ასეთი სახის ფუნქციის, ანუ L_0 სახის, მანძილშოშობით გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება ფორმულით:

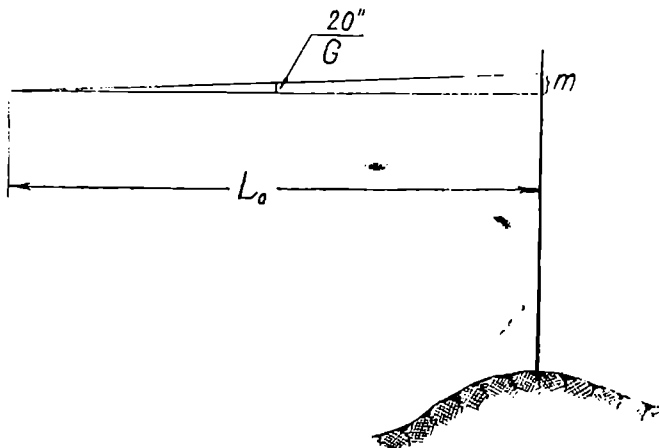
$$m_{L_0} = C \cdot m_c = 100 m_c. \quad (7.3.2.71)$$

თვით m_c , ანუ სამანძილო ძაფთა შესაბამისი l ანათვლების სხვაობის საშუალო კვადრატული შეცდომა, გამოითვლება ფორმულით:

$$m_c = \pm m_l \sqrt{2}, \quad (7.3.2.72)$$

სადაც m არის იარაღიდან L_0 მანძილით დაშორებულ ლარტყაზე ერთა სამანძილო ძაფით ანათვლის აღების საშუალო კვადრატული შეცდომა, ანუ ლარტყაზე ჰოგრით დამიზნების კუთხური შეცდომის შესაბამისი ხაზოვანი სიდიდე. ლარტყაზე ჰოგრით დამიზნების კუთხური შეცდომა, ანუ ჰოგრის ოპ-

ტიკური ძალა, უდრის შეუიარაღებელი თვალით დამიზნების კუთხური შეცდომისა და ამ კოვრის G გამადიდებლობის ფარდობას. სხვადასხვა შეცდევრის მიერ დადგენილია, რომ შეუიარაღებელი თვალით დამიზნების ზღვრული კუთხური შეცდომა ცვალებადობს $43''$, $53''$ და $60''$ -ის ფარგლებში. მაშასადამე, განაზომთა შეცდომების თეორიის თანახმად, შეუიარაღებელი თვალით დამიზნების დასაშვები საშუალო კვადრატული კუთხური შეცდომა იქნება ზღვრულზე სამჯერ ნაკლები, ე.ი. შეგვიძლია მივიღოთ $60'' : 3 = 20''$. ამგვარად, ლარტყაზე კოვრით დამიზნების კუთხური შეცდომა იქნება $20'' : G$.



ნახ. 7.3.2.9.

(9) ნახაზიდან ჩანს, რომ ერთი ძაფით ლარტყაზე ანათელის ალების საშუალო შეცდომა

$$m = \frac{20''}{G \cdot \rho''} L_0. \quad (7.3.2.73)$$

(73) ფორმულიდან m -ის მნიშვნელობის (72) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ:

$$m_1 = \pm \frac{20''}{G \rho''} L_0 \sqrt{2}.$$

მიღებული სიდიდის (71) ტოლობაში ჩასმით გვექნება:

$$m_{L_0} = \pm 100 \frac{20''}{G \rho''} L_0 \sqrt{2}.$$

მანძილზომით გაზომილი L_0 ხაზის სიგრძის ფარდობითი შეცდომა, ანუ სიზუსტე, იქნება:

$$\frac{m_{L_0}}{L_0} = \frac{100 \cdot 20'' \sqrt{2}}{206265'' G}, \quad \frac{m_{L_0}}{L_0} \approx \frac{1}{74G}. \quad (7.3.2.74)$$

განზომთა შეცდომების თეორიის თანახმად, ზღვრული ფარდობითი შეცდომა სამჯერ მეტი იქნება, ე. ი.

$$\frac{\Delta L_0}{L_0} = \frac{3mL_0}{L_0} = \pm \frac{1}{24,6G} \quad (7.3.2.75)$$

ვთქვათ, $G = 20$, მაშინ თეორიულად მიღებული (74) და (75) ფორმულებით ხაზის გაზომვის ფარდობითი და ზღვრული ფარდობითი სიდიდეები, შესაბამისად, იქნება 1:1 480 და 1:490. სინამდვილეში კი იმავე მანძილზე ხაზის გაზომვის ზღვრული ფარდობითი შეცდომა ცუდ პირობებში 0,5—1%-მდე იზრდება, ანუ სიზუსტე დაახლოებით 2,5—5-ჯერ უარესდება.

დადგენილია, რომ ვერტიკალურად დაყენებული ლარტყით მანძილების გაზომვის სიზუსტე გაიზრდება, თუ ძაფთა ბადის პარალაქსს რაც შეიძლება შევამკირებთ, ზედა სამანძილო ძაფით ლარტყაზე ავიღებთ ანათვალს ნიადაგიდან 1,0 მეტრზე ზევით, არ უგულვებლევყოფთ დახრილი ხაზების თარაზული პროექციების გამოთვლისას ϵ მუდმივს, ლარტყის დანაყოფები იქნება სათანადო ოდენობისა და აგრეთვე ლარტყა იქნება დაყენებული ვერტიკალურ მდგომარეობაში თარაზოთი.

თეორიულსა და პრაქტიკულ სიზუსტეს შორის ამ პარაგრაფში მითითებული განსხვავება შემდეგია: ინსტრუმენტული, ლარტყასთან დაკავშირებული, პირადი და გარემო პირობებით გამოწვეული შეცდომები. ძაფებიანი მანძილზომებისათვის ამ შეცდომათა წყაროები შემდეგი თანამიმდევრობით შეიძლება წარმოვიდგინოთ:

I. ინსტრუმენტული შეცდომები

1. ინსტრუმენტის დაცენტრის ხელშემწყობ პირობებში ეს შეცდომა უმნიშვნელოა;
 2. ϵ მუდმივი შესაქრების განსაზღვრის;
 3. K მუდმივი კოეფიციენტის განსაზღვრის (K რაც შეიძლება ზუსტად უნდა განისაზღვროს);
 4. ინსტრუმენტზე ტემპერატურის გავლენის (ტემპერატურის ცვალებადობა სხვადასხვა ინსტრუმენტზე სხვადასხვა გავლენას ახდენს);
 5. დახრილი ხაზის პორიზონტზე დაყვანის (აქ იგულისხმება დახრის კუთხის განსაზღვრის შეცდომის გავლენა);
- ინსტრუმენტული შეცდომების გავლენა საერთოდ მცირდება, როცა იარაღი დაცულია მზის სხივებისაგან.

II. ლარტყასთან დაკავშირებული შეცდომები

1. ლარტყის წერტილზე დაყენების (ისევე, როგორც ინსტრუმენტის დაცენტრის შემთხვევაში იყო თქმული, ეს შეცდომა შედარებით უმნიშვნელოა);
2. ლარტყის შევეული მდგომარეობიდან გადახრის (ამ მხრივ უმჯობესია ლარტყა სფერული თარაზოთი);
3. თარაზულლარტყიან მანძილზომში ლარტყის არაპორიზონტალურობა;

ნის, გასაზომი ხაზისადმი მისი არამართობულობისა და ასიმეტრიულობის შეცდომები (აქ საჭიროა გამოყენებულ იქნეს თარაზო და სამიზნე);

4. ლარტყის ლუნვით გამოწვეული შეცდომა;

5. ლარტყაზე ტემპერატურის გავლენა.

III. პირადი შეცდომები

1. შემთხვევითი ხასიათის შეცდომები გამოწვეულია იმით, რომ დამკვირვებლის თვალს ზუსტად არ შეუძლია შეაფასოს შტრიხების თანხვედრა.

2. სისტემატური შეცდომები ორი სახისაა: პირველი, როცა ანათვლების აღებისას დამკვირვებელი მუდამ ერთსა და იმავე შეცდომას უშვებს გასაზომი ხაზების სიგრძეთა ცვალებადობის მიუხედავად; მეორე სახის არის სისტემატური შეცდომა იმ შემთხვევაში, როდესაც დამკვირვებელი სცდება ანათვლების აღების დროს დაახლოებით გასაზომი მანძილის პროპორციულად, ასეთი შეცდომები საზიფათოა.

3. ზედა და ქვედა ძაფით ათვლის შეცდომა. აქ ლარტყის სიშორის გამო საქმე გვაქვს ანათვლის დამრგვალებასთან, რაც 1-სანტიმეტრიანი დანაყოფების ლარტყის შემთხვევაში აღწევს $\pm 0,3$ სმ და როცა $K=1$ მ, მაშინ დამრგვალების შეცდომა იქნება $\pm 0,3$ მეტრი.

IV. გარემოს გავლენა

გარემოს გავლენა მანძილების გაზომვის დროს ყველა ფაქტორს ჭარბობს. გარემოს გავლენად შეიძლება ჩაითვალოს: ლარტყის განათებულობის ცვალებადობა; ჰაერის გამჭვირვალობა; ტემპერატურის გავლენით ჰაერის მოძრაობა (იწვევს შემთხვევითს შეცდომებს); ვერტიკალური და გვერდითი დიფერენციალური რეფრაქცია, ლარტყაზე სამანძილო ძაფებით ანათვლის აღების არაერთდროულობა და სხვა.

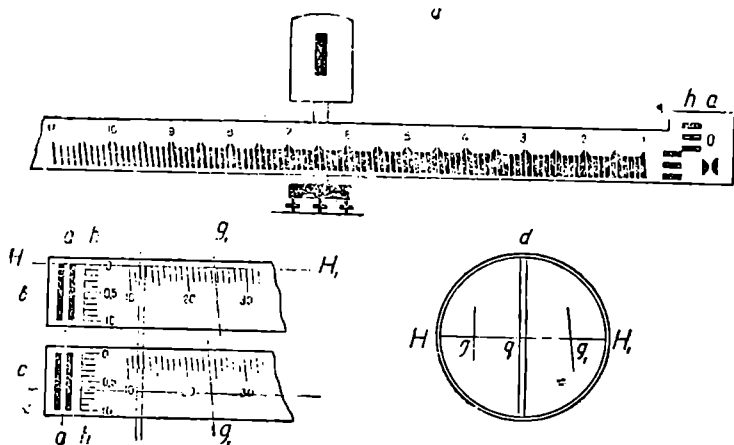
ჩ. ძაფებიანი მანძილზომში ტრანსპარანსული ლარტყით

მუდმივეუთხიანი მანძილზომით მანძილების გაზომვის დროს რეფრაქციის გავლენის აცდენის მიზნით იყენებენ თარაზულ ლარტყას, რომელსაც ამარებენ საგანგებო სადგარზე (ნახ. 10).

ანათვლებთან დაკავშირებული შეცდომების შემცირების მიზნით ლარტყაზე იხაზება შტრიხები ვერტიკალური მდგომარეობიდან $5^{\circ} 43'$ კუთხეზე გადახრით, რადგანაც ქანობი, ანუ $\text{tg } 5^{\circ} 43' = 0,1000$. ასეთ შტრიხებს ეწოდება ტრანსვერსალე ბი და შესაბამისად ლარტყასაც ტრანსვერსალური ლარტყა ეწოდება. ამავე ლარტყაზე მხოლოდ საწყისი შტრიხი $a-a$, რომელიც თვალსაჩინოებისათვის სამიზნით აღინიშნება, ვერტიკალურია. ამავე დროს დანარჩენი შტრიხები გასაზომი ხაზების ზრდის შესაბამისად თანდათან წვრილდება, ხოლო მათ ლერძებს შორის მანძილი უცვლელი რჩება.

ამ საწყის (ნულოვან) და მეათე ტრანსვერსალს შორის დაშტრიხულია ვერტიკალური $h-h$ სკალა ათი თარაზული შტრიხით (ნახ. 10 ბ. ბ.). ამ ლარტყაზე ანათვლების აღების მიზნით ჭოგრის ძაფთა ბადის ძვილურის

მინაზე დაშტრიხულია ორი სამანძილო ძაფი: ერთი ძაფი (g) შევეულად და მეორე (g_1) ისეთივე ქანობით, როგორც აქვს ლარტყის შტრიხებს (ნახ. 10^ა). ანათვალი აიღება ლარტყაზე შემდეგნაირად: ვაყენებთ ლარტყას მასზე დამაგრებული თარაზოთი თარაზულად და ლარტყის მცირე ჰოგრით ან დიობტრით ხაზის მართობულად. ჰოგრში მზერით შევეუთავსებთ ძაფთა ბადის $H H_1$ თარაზულ ძაფს ლარტყის ზედა წიბოს და g შტრიხს ლარტყის საწყის $a-a$ შტრიხს (ნახ. 10^ბ). ვთქვათ, მარჯვენა g_1 დახრილი ძაფი მოთავსდა ლარტყის ორ შტრიხს შორის (24 და 25). 24-ე შტრიხიდან გადაცილებების შესაბამისად მიკრომეტრული



ნახ. 7.3.2.10.

ხრახნით ჰოგრს დაეწვეთ ქვევით, სანამ g_1 ძაფი არ შეუთავსდება 24-ე შტრიხს (ნახ. 10^ა). ამ დროს თარაზული ძაფი გადაადგილდება $h-h$ სკალაზე 6,5 დანაყოფით, რომლის თითო დანაყოფი წარმოადგენს ლარტყის დანაყოფის მეათედს, ე. ი. ანათვალი $n = 24,65$ და ცნობილი ფორმულით გამოითვლება დახრილი მანძილი:

$$L = Kn + c, \quad (7.3.2.76)$$

ხოლო თარაზული გეგმილისათვის საჭიროა v დახრის კუთხის გაზომვა. აქვეარად, თარაზული მანძილი გამოითვლება ფორმულით:

$$L_0 = (Kn + c) \cos v. \quad (7.3.2.77)$$

და K მუდმივების განსაზღვრა იმავე წესით ხდება, როგორც შევეული ლარტყისათვის. გამოკვლევებით დადასტურებულია, რომ შედარებით მოკლე ხაზების გაზომვისას სრულიად წყნარ ამინდში ასეთი სახის მანძილზომებით ხაზის გაზომვის სიზუსტე $\frac{1}{2000}$ -ს აღწევს, ქარიანი ამინდი ასეთი ლარტყის გამო-

ყენებას ძალიან უშლის ხელს და სიზუსტე მეტად მცირდება. აღწერილი მანძილ-
მზომით მუშაობისას არ უნდა იცვლებოდეს თეოდოლიტის მთავარი ღერ-
ძის ვერტიკალური მდგომარეობა.

ასეთი სახის მანძილმზომი შეგვიძლია გამოვიყენოთ ნებისმიერ ჭოგრში.
როდესაც ჭოგრი ანალატური არაა, მაშინ (76 და 77) ფორმულებს შეიძლება
მივუყუთ მარტივი სახე. ცნობილი წესით განვსაზღვრავთ ϵ და K სიდიდე-
ების ოდენობებს. (76) ფორმულიდან ფრჩხილებს გარეთ თუ გამოვიტანა
 K -ს, მივიღებთ:

$$L_0 = K \left(n + \frac{\epsilon}{K} \right). \quad (7.3.2.78)$$

(78) ფორმულიდან ჩანს, რომ თუ ლარტყის საწყის n — a ნულოვან შტრიხს
გადავწევთ დანაყოფებისაკენ $\frac{\epsilon}{K}$ ოდენობით, მაშინ ლარტყაზე ყოველი

ანათვლი (n) გადიდდება $\frac{\epsilon}{K}$ ოდენობით და საჭირო აღარ იქნება

(76) ფორმულის მიხედვით ϵ -ს დამატება Kn ნამრავლისაღმ. ამგვარად,

(76) და (77) ფორმულა გადაიწერება შემდეგნაირად:

$$L_0 = Kn, \quad (7.3.2.79)$$

$$L_0 = Kn \cos \nu. \quad (7.3.2.80)$$

როგორც ამ პარაგრაფის f მუხლის ბოლოში იყო თქმული, ამგვარად
შეიძლება მოვიქცეთ იმ ვერტიკალური სამანძილმზომო ლარტყების შემთხვე-
ვაშიც, რომელთაც აქვთ საწყისი ნიშნაკები (მარკები).

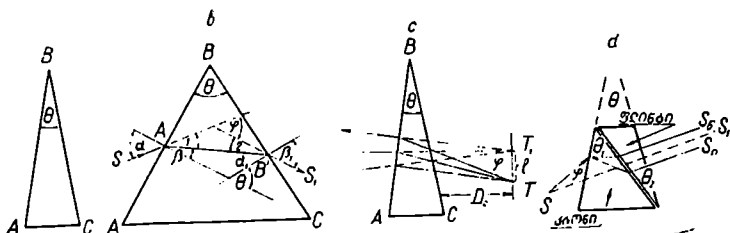
ბ. ვულვიკაუთხიანი ოპტიკური მანძილმზომები

ძაფებიანი მანძილმზომების არსებითი უარყოფითი თვისებების გამო რო-
გორიცაა: სამანძილო ძაფების სისქით გამოწვეული შეცდომები; ძაფთა პარა-
ლაქსის შეცდომა; ორივე სამანძილო ძაფით ანათვლის არათანადროულად
აღების შეცდომა, ანათვლების დამრგვალების შეცდომა; ქარისაგან ლარტყის
რხევის გავლენა და სხვა ანალოგიურ მიზეზთა აცილების მიზნით ოპტიკურ
მანძილმზომებში მუდმივი დიასტიმომეტრიული ϕ კუთხის შესაქმნელად სამა-
ნძილმზომო ძაფების ნაცვლად იყენებენ ოპტიკურ სისტემებს—კომპენსატო-
რებს (ოპტიკური პრიზმები, ლინზები), რომლებსაც აყენებენ ჭოგრის ობიექ-
ტივის წინ. მაგალითად, ჭოგრის ობიექტივის ლინზის ნაწილს (ეთქვათ, ნახე-
ვარს) თუ დაფარავთ ოპტიკური სოლით. ჭოგრის მთავარი საფოკუსო. ანუ
გამოსახულების (სურათის), სიბრტყიდან გამოსული და ობიექტივისაკენ მი-
მართული სხივთა კონა და ჭოგრიდან გამოსული სხივები გაიყოფა ორ ჯგუფად,
რომელთაგან, ერთი, რომელმაც გაიარა ობიექტივის დაუფარავი ნაწილი, წავა
წრფიულად და მეორე, რომელიც გაივლის სოლით დაფარულ ლინზის ნაწილ-
ში, სხივის პირველი მიმართულებიდან გადაიხრება გარკვეული კუთხით. ასეთ
ჭოგრს თუ დაუმიზნებთ ხაზის ბოლოში დაყენებულ ლარტყას, მისგან სა-
მიზნე ჭოგრისაკენ მიმართული სხივები ჭოგრის ობიექტივის მხედველობის

არეში მოგვემს ლარტყის ყოველი შტრიხის, მაშასადამე, თვით ლარტყის ურთიერთგადაადგილებულ და შებრუნებულ ორ გამოსახულებას (ნახ. 12, 13). ლარტყის თანამოსახლე შტრიხების ურთიერთგადაადგილების ოდენობა იქნება გასაზომი ხაზის შესაბამისი ბაზისის სიგრძის ტოლი, რომლის დადგენის საშუალებას მოგვემს სამიზნე ჰოგარის მხედველობის არეში მიღებული ლარტყის შებრუნებული ორმაგი გამოსახულება.

ლარტყაზე დატანილი ინდექსი, რომელიც იხილება ლარტყის ორმაგი გამოსახულებიდან ერთ-ერთ გადაადგილებულ ნახევარზე, გამოიყენება იმისათვის, რომ ლარტყის გადაუადგილებელი (მხოლოდ შებრუნებული) მეორე ნახევრის გამოსახულების სკალაზე უშუალოდ ავითვალთ ბაზისის სიგრძე.

ჩვეულებრივ, ზემოხსენებული მიზნით კომპენსატორებს სათანადო საც-მით აყენებენ სამიზნე ჰოგარში ობიექტივის წინ და ამ ობიექტივთან ერთად გამოყენებული კომპენსატორების სისტემების შესაბამისად მანძილმზომები ეწოდება: მანძილმზომს ერთი ან ორი ოპტიკური სოლით, მანძილმზომს ორი



ნახ. 7.3.2.11.

პრეკლავი პრიზმით და მანძილმზომს დიამეტრზე გაკრილი (დეცენტრირებული) გრძელფოკუსიანი ორი ლინზით.

ძირითადად პირველ სისტემას იყენებენ მუდმივკუთხიან, ხოლო უკანასკნელს როგორც მუდმივკუთხიან, ისე მუდმივბაზისიან მანძილმზომებში.

როგორც ცნობილია (იხ. VI ტომი), ოპტიკური სოლი წარმოადგენს გაპრიალეზული ორი AB და BC წახნაგით შემოსაზღვრულ გამჭვირვალე სხეულს (ნახ. 11^ა). წახნაგების გადაკვეთის θ ხაზს ეწოდება გარდამტეხი წიბო, მის მართობ ABC სიბრტყეს—მთავარი კვეთილობა, ხოლო ამ კვეთილობაში θ მახვილ კუთხეს, რომლის ოდენობა ძლიერ მცირეა, გარდამტეხ კუთხეს უწოდებენ. (11^ბ) ნახაზის მიხედვით θ კუთხე ტოლია შიგა გარდატეხის β და დაცემის α_1 კუთხეების ჯამისა

$$\theta = \beta + \alpha_1. \quad (7.3.2.81)$$

S სხივის გადახრის φ კუთხე მცირეა (არ აღემატება 1° -სს) და გამოითვლება ფორმულით:

$$\varphi = \theta(n - 1), \quad (7.3.2.82)$$

სადაც $n = 1,5$ არის სოლის გარდატეხის მაჩვენებელი.

გეომეტრიული ოპტიკიდან ცნობილია, რომ ოპტიკური სოლი ცვლის გარდატეხილი სხივის მიმართულებას დაცემის კუთხის ოდენობის პროპორციულად, თუ სოლზე სხივის დაცემის კუთხის ოდენობა მცირეა. ამ თვისების გამო ოპტიკურ სოლებს იყენებენ ორმაგგამოსახულებიან მანძილზომებში დიასტიმომეტრიული კუთხის მისაღებად.

ოპტიკური სოლის საშუალებით დამზერილი საგნის T წერტილის (ნახ. 11^ა) გამოსახულებას დავინახავთ T' წერტილში, გადაადგილებულს l სიგრძით, რომლის ოდენობა პროპორციულია D_0 -ისა და გამოთვლება ფორმულით:

$$l = D_0 \varphi = D_0 \Theta (\pi - 1). \quad (7.3.2.83)$$

როგორც ცნობილია, სოლში გამავალი თეთრი სხივი იშლება ფერებად და ამ დისპერსიის შედეგად საგნის გამოსახულებას არ ვიღებთ მკაფიოდ. ამიტომ ოპტიკურ სოლს ადგენენ კ რ ო ნ ის ა და ფ ლ ი ნ ტ ის სოლების შეწყობებით, რის შედეგად მიღებული ბ ი პ რ ი ზ მ ა ი ქ ნ ე ბ ა ა ქ რ ო მ ა ტ უ ლ ი (ნახ. 11^ბ), რომელიც საბოლოოდ მასში გავლილ N სხივს არ შლის ფერებად და გადასრის φ კუთხით. აღნიშნულს აღწევენ კრონისა და ფლინტის სოლების Θ_1 და Θ_2 გარდატეხის კუთხეების შერჩევით დაშლილი, ვთქვათ, F_5 წითელი და F^0 იისფერი სხივების გარდატეხის π_5 და π_0 შაჩვენებელთა შესაბამისად, რაც ერთობლივად მოგვცემს Θ გარდატეხის კუთხის მქონე აქრომატულ სოლს.

ძირითადად ოპტიკურ სოლებს იყენებენ ოპტიკურ მიკრომეტრებში და ორმაგგამოსახულებიან მანძილზომებში, ხოლო აქრომატულ პრიზმებს კი იყენებენ მხოლოდ ორმაგგამოსახულებიან მანძილზომებში.

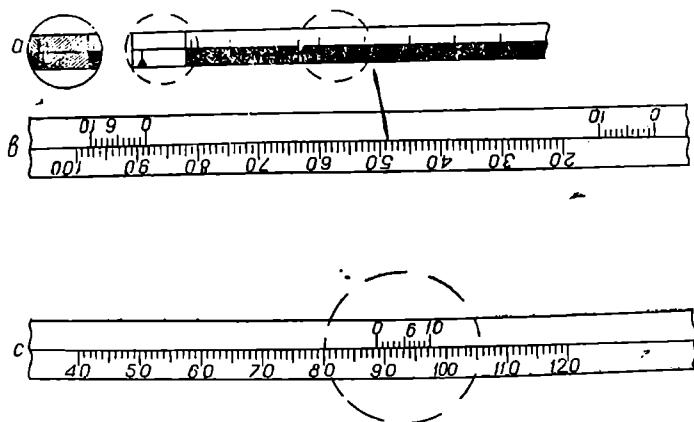
იმისათვის, რომ ოპტიკური სოლით შეიცვალოს სამანძილო ძაფები და მოგვცეს სხივის გადახრა $\varphi = 34', 38$ კუთხით, რაც (4) ფორმულის $C = 100$, ანუ ერთსანტიმეტრიანი სკალის მქონე ლარტყისათვის (5) ფორმულაში $K = 1$ მეტრს, შეესაბამება, (82) ფორმულის თანახმად, რომელშიც $n \approx 1,5$. გამოყენებული სოლის გარდატეხის Θ კუთხის საჭირო ოდენობა უნდა იყოს $1^{\circ}08' 45, "6$.

რეფრაქციის აცილების მიზნით ასეთი სახის მანძილზომებისათვის იყენებენ თარაზულ ლარტყას. ამიტომ ოპტიკური სოლის მთავარ კვეთილობა აყენებენ თარაზულად: გარდა ამისა, ოპტიკური სოლი უნდა იყოს ისე გამოკრილი, რომ იგი ფარავდეს ობიექტივის ლინზის ნაწილს მის შუაზე გამავალი ზოლის სახით. თუ გავაკეთებთ ისეთ ოპტიკურ სოლს, რომელიც დაფარავს ლინზის არა შუა ზოლს, არამედ მის, ვთქვათ, ქვედა ნახევარს, მაშინ ოპტიკურ სოლში გავლილი სხივები დაეცემა სამიზნე ჭოგრის გამოსავალი გუგის ზემო ნახევარს და, შესაბამისად, ადამიანის თვალის გუგის ზემო ნახევარს. ხოლო სხივები, რომლებიც გაივლიან სოლით დაუფარავი ობიექტივის ლინზის ზემო ნახევარში, დაეცემა სამიზნე ჭოგრის გამოსავალი გუგის ქვემო ნახევარს და შესაბამისი თვალის გუგის ქვემო ნახევარს.

ვინაიდან ადამიანის თვალის გუგის ზედა და ქვედა ნახევრებს უმეტესად აქვს არაერთნაირი სიმრუდე, ადამიანის თვალის ბაღურაზე მიღებულ ზედა და

ქვედა გამოსახულებებს ექნება ნაწილობრივ ურთიერთ გადაადგილებული მდებარეობა, რაც არ შეესაბამება სინამდვილეს. აღნიშნულის გამო წარმოიქმნება დამკვირვებელთა სუბიექტური, ანუ პირადი შეცდომები, რომელთა ოდენობებმა შეიძლება მიაღწიოს ას მეტრ განაზომზე ± 20 სმ. აღნიშნულ უარყოფითი მოვლენა შეიძლება მინიმუმამდე დავიყვანოთ კოგრის გამოსავალი გუგის ორივე ნახევრის ურთიერთდამხვევით ან ერთი გუგა იყოს სიმეტრიულად განლაგებული მეორის შიგნით. ეს უკანასკნელი კი შეიძლება, როცა ოპტიკური სოლი ფარავს ობიექტივის ლინზის ნახევარს.

იმის გამო, რომ კოგრის მხედველობის არეში მიღებული ლარტყის ორი გამოსახულება ერთიმეორეს ემთხვევა, სკალაზე ანათვლის ალება თითქმის შეუძლებელია. ამ მოვლენის აშორება შეიძლება ლარტყის სათანადოდ შეღებვით. ამისათვის ლარტყას გრძივი ხაზით ჰყოფენ შუაზე, რომლის ერთ ნახევარზე (ვთქვათ, ზედაზე) დაიტანენ ძირითად (ასათვლელ) სკალას და მეორე-



ნახ. 7.3.2.12.

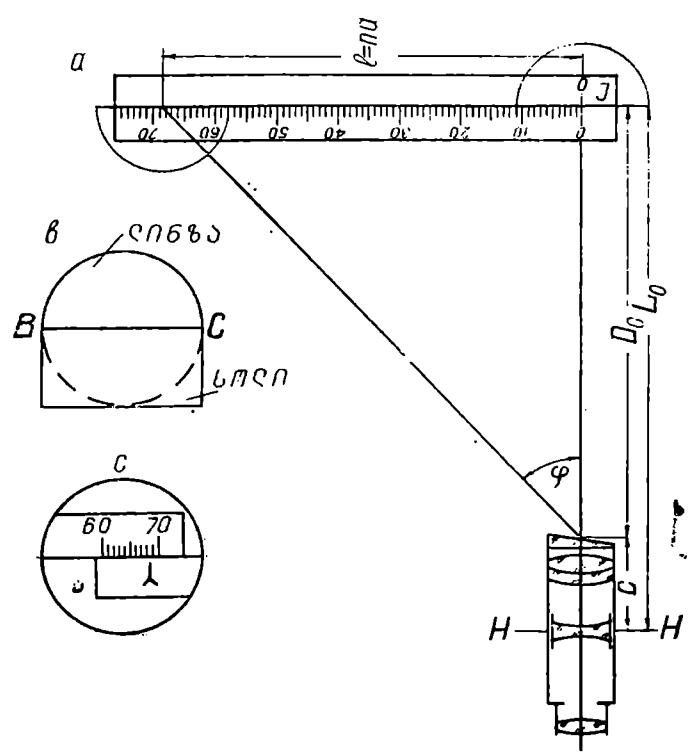
ზე (ქვედაზე) —ამთვლელ ინდექსს. ლარტყის ორივე ნაწილს, რომლებიც სკალითა და ინდექსით არ არის დაკავებული, ღებავენ შავით (ნახ. 12^ა).

იმის გამო, რომ გასაზომი მანძილები, როგორც წესი, გამოსახება მეტრებში და მათ ნაწილებში, ლარტყის ინდექსი, ჩვეულებრივ, ხვდება სკალის შტრიხებს შორის, ამიტომ მათ შორის მცირე მანძილების შეფასებისათვის ინდექსს მიუხაზავენ ნ ო ნ ი უ ს ს, რომლის ნულოვან შტრიხს პირდაპირ დაუყენებთ ლარტყის ნულოვან შტრიხს (ნახ. 12^ბ); თუ ლარტყის ძირითად სკალასა და ნონაუსის სკალას დაიტანენ გაყოფილი ლარტყის მოპირდაპირე ნაწილებზე ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია (12^ბ) ნახაზზე, მაშინ ლარტყის ორივე ნაწილის შეთავსებისას ისინი გამოჩნდებიან განცალკევებით გარკვეულად, მიუხედავად იმისა, სკალა დატანილია შავი შტრიხებით თეთრ ფონზე თუ, პირიქით, შავ ფონზე თეთრი შტრიხებით. შეთავსებისას ყოველთვის მივღებთ შავ ან თეთრ შტრიხებს ნაცრისფერ ფონზე.

მუდმივი დიასტიმომეტრიული φ კუთხის შესაბამისად ინდექსი ან ნონუსის სკალის ნულოვანი შტრიხი გადაადგილდება ისე, რომ ის მოხვდეს გადაუადგილებელი ლარტყის იმ უბანზე, რომელიც ზუსტად შეესაბამება გასაზომ მანძილს (ნახ. 12^ა). ქოგარში კი მიიღება შებრუნებული გამოსახულება (იხ. ნახ. 12^ბ), რომელზეც ანათვალაია 96. ანათვლების აღების სიზუსტის უფრო მეტად გაზრდისათვის ოპტიკური სოლის წინ აყენებენ იმავე ზომის ბრტყელპარალელური ფირფიტებისაგან შემდგარ ოპტიკურ მიკრომეტრს. რომლითაც ვაღწევთ ლარტყის იმ უმცირესი ნაწილების ათვლას, რომლის მიღება ნონუსით ვერ ხერხდება.

ა. ორგანოგამოსახულფიანი მანძილზომი ერთი ოპტიკური სოლით

მანძილზომი სამკუთხედის სიბრტყეში ჰორიზონტულად და შიკ. ფოკუსთაწყობიანი ქოგარის სამიზნე ლერძისადმი მართობულად გასაზომი ხაზის ბოლოში დაყენებულ ლარტყას (ნახ. 13^ა) დაეუმინებთ განხილადი



ნახ. 7.3.2.13.

მანძილზომის ჰოგარს, რომლის ობიექტივის ლინზის თავისუფალი განხმულე-
ბის ქვედა ნახევარს ფარავს ოპტიკური სოლი (ნახ. 13^ბ). ჰოგარის მთავარ სა-
ფოკუსო HH სიბრტყეში მიიღება აღნიშნული ლარტყის ორი ურთიერთ-
გადაადგილებული შებრუნებული გამოსახულება: პირველი იქნება სოლის
დაუფარავი ობიექტივის ლინზაში ცქერით შებრუნებული, გადაუადგილებელი
და მეორე-სოლისმიერი, შებრუნებული, D_0 მანძილის პროპორციული,
 l ბაზისის სიგრძის შესაბამისად გადაადგილებული. როგორც ცნობილია, ამ
გამოსახულებათა ნაწილი მოხვდება ჰოგარის მხედველობის არეში, სადაც აი-
ლება ანათვალი (ნახ. 13^გ). გადაადგილების ოდენობა აითვლება ლარტყის
სკალის ლინზის მიერ შებრუნებულ, გადაუადგილებელ გამოსახულებაზე, სო-
ლისმიერი, გადაადგილებული შებრუნებული კი— I ინდექსით ან ნონიუსით.
(13^ა) ნახაზის მიხედვით:

$$L_0 = D_0 + c = l \operatorname{ctg} \varphi + c = na \operatorname{ctg} \varphi + c, \quad (a)$$

სადაც a არის ლარტყის დანაყოფის საფასური;
 n — ლარტყაზე დანაყოფთა რაოდენობა.
მივიღოთ აღნიშვნები:

$$\operatorname{ctg} \varphi = C; \quad Ca = K$$

და შევიტანოთ (a)-ში, მივიღებთ

$$\left. \begin{aligned} L_0 &= Cl + c \\ L_0 &= Kn + c \end{aligned} \right\}. \quad (7.3.2.84)$$

მივიღეთ მცირე დახრის მქონე ადგილებისათვის (პირველი შემთხვევა),
მუდმივკუთხიანი ძაფებიანი მანძილზომების შესაბამისი, (4), (5) ფორმულები.
მეორე შემთხვევისათვის, ანუ მნიშვნელოვნად დახრილი ადგილებისათვის, სა-
ჭირო იქნება დახრის ν კუთხის გაზომვა და მისი მიღება მხედველობაში, ე. ი.
(84) ტოლობები გადაამრავლდება $\cos \nu$ -ზე:

$$\left. \begin{aligned} L_0' &= L_0 \cos \nu = (Cl + c) \cos \nu \\ L_0' &= L_0 \cos \nu = (Kn + c) \cos \nu \end{aligned} \right\}. \quad (7.3.2.85)$$

იმ შემთხვევაში, როდესაც ლარტყის პირველი დეცემეტრის სიგრძე მის
სხვა დეცემეტრებთან შედარებით შემცირებულია $\frac{c}{C}$ ოდენობით, c სიდიდის
ოდენობა ავტომატურად შევა ლარტყაზე n ანათვლებში. მაშასადამე, (84) და
(85) ფორმულები გამოიყენება c -ს გარეშე. დავწეროთ

$$L_0 = Cl = Kn, \quad (7.3.2.84')$$

$$L_0' = Cl \cos \nu = Kn \cos \nu. \quad (7.3.2.85')$$

ჩვეულებრივ, თარაზული ლარტყების საფასური ტოლია 1 ან 2 სანტი-
მეტრისა, მაგალითად, (13) ნახაზის მიხედვით $a = 1.5$ მ და ანათვალი n არის
68,5. c მუდმივისა და K კოეფიციენტების დადგენა ხდება ცნობილი (37)
და (36) ფორმულებით. ვთქვათ, $c = 0,5$ მ, $K = 1$ მ, მაშინ (84) ფორმულით
 $L = 69$ მეტრს.

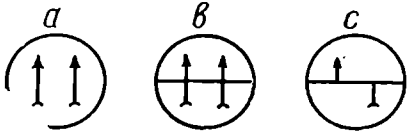
ორმაგამოსახულებიან მანძილშომებს საერთოდ გააჩნია ორი თარა-
ზული ლარტყა.

ლარტყაზე ანათვლების სიზუსტის გაზრდის მაზნით, როგორც აღინიშნა,
ლარტყაზე დაზაზულია ნ ო ნ ი უ ს ი, ხოლო მანძილშომებს გ ა ა ჩ ნ ი ა ო პ -
ტ ი კ უ რ ი მ ი კ რ ო მ ე ტ რ ი.

ნონიუსის დასაზაზავად ლარტყის ცხრა დაზაყოფის შესაბამის სიგრძეს
ყოფენ ათ ნაწილად. ასეთი ნონიუსით შეაძლება ლარტყის დაზაყოფების
მეათედის ათვლა, ხოლო თვალთ კი მათი ნაწილებისა.

როგორც აღინიშნეთ, ლარტყაზე ანათვლების აღება უფრო ზუსტად
სრულდება მანძილშომში მოწყობილი ოპტიკური მიკრომეტრიოთ,
რომელიც წარმოადგენს სოლის გარდამტეხი მ წიბოს პარალელური დერ-
ძის ირგვლივ სამოძრაო ბრტყელ პარალელურ ფირფიტას,
რომელიც შეერთებულია დოლთან. ლარტყაზე შესაფასებელი მცირე
მონაკვეთის შესაბამის ანათვალს ვილებთ დოლზე, როცა მისი ბრუნვით ფირ-
ფიტები ურთიერთ შეუთავსებს თანამოსახელე ორმაგად გამოსახულ შტრი-
ხებს. ასეთი მიკრომეტრით უფრო მოხერხებულად და ზუსტად იზომება ლარ-
ტყის დაზაყოფის მეასედი და მეათასედი.

მიუხედავად ზემოაღნიშნული ღონისძიებებისა, ყველა შემთხვევაში ორ-
მაგამოსახულებიან მანძილშომებში მიღებული ლარტყის ორმაგი გამოსახუ-
ლების შეთავსებით თვალთ ფასდება სათანადო შტრიხების შეთავსება. ასეთი სა-
ხის შეთავსებაზე უფრო ზუსტია შეთავსება იმ შტრიხებისა, რომლებიც ერთიმეო-
რის გაგრძელებას წარმოადგენენ, ანუ ერთი და იგივე შტრიხია გაჭრილი და
იმას ვამთვლებთ, ამიტომ ორმაგამოსახულებიან მანძილშომებში მოწყობი-
ლია გამყოფი მოწყობილობა, რომელიც შედგება ბიპრიზმისა
და ხვრელის (ფარლიათიანი) დიაფრაგმისაგან. ბიპრიზმას აყენებენ
ჰოგრის მთავარ ფოკალურ სიბრტყეში იქ, სადაც ვილებთ ლარტყის გამოსა-
ხულებას, ხოლო ფარლიათიან (ხვრელის) დიაფრაგმას აყე-
ნებენ ჰოგრის გამოსასვლელი გუგის სიბრტყეში, რომელაც ჰრის შტრიხის
ერთი გამოსახულების ზემო ნახევარს, ხოლო იმავე შტრიხის მეორე გამოსახუ-
ლება ჰრის ქვედა ნახევარს. მაგალითად, გამყოფი მოწყობილობის გარეშე ერ-
თი შტრიხი ორმაგამოსახულებიანი მანძილშომით იხილება ისე, როგორც ეს
ნაჩვენებია (14^ა) ნახაზზე, მხო-
ლოდ ბიპრიზმის დახმარებით იგი-
ვე შტრიხი (14^ბ) ნახაზის სახის
იქნება, ხოლო ხვრელის დია-
ფრაგმასაც თუ გამოვიყენებთ, მი-
ვილებთ იმავე შტრიხის გამოსა-
ხულებას (14^გ) ნახაზის მსგავსად,
სადაც პირველი გამოსახულების
ზემო ნაწილი ისარია, ხოლო მეორესი — კუდი, მათი შეთავსება ერთიმეორის
გაგრძელებაა, რაც ზუსტად სრულდება.

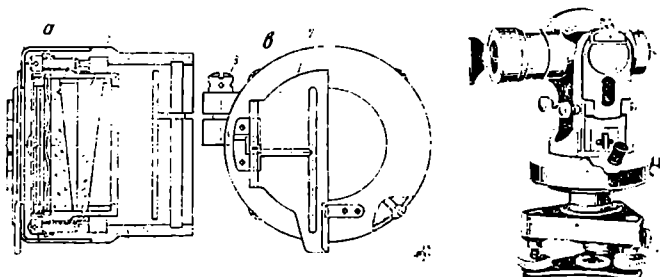


ნახ. 7.3.2-14.

განხილავი ხელსაწყო წარმოადგენს TT—5 თეოდოლიტისა და მისი ნოდოფიკაციის თეოდოლიტების სამიზნე ჭოგრზე საცემისა და გასაზომი ხაზის ბოლო წერტილზე დასაყენებელი ლარტყისაგან შემდგარ მუდმივეკუთხიან, ორმაგგამოსახულებიან დიფერენციალურ მანძილშეჯიშვი.

დიფერენციალური ეწოდება იმიტომ, რომ ის, გარდა ოპტიკური ორი სოლისაგან შემდგარი კომპენსატორისა, შედგება საბრუნავი ბრტყელი პარალელური ფირფიტებისაგან ოპტიკური მიკრომეტრით, რომლის მოქმედება დაფუძნებულია გამაღიღებლობის იმ სხვაობაზე, ანუ დიფერენციალზე, რომელიც შეესაბამება სამიზნე ჭოგრით დამზერილი ლარტყის ორმაგ გამოსახულებას. მანძილსაზომი სამკუთხედის სიბრტყეში სამიზნე ჭოგრის მოძრაობის დროს ლარტყის ორი გამოსახულება ახდენს გადაადგილებას სხვადასხვა სიწარით, რომელიც პროპორციულია ამ გამოსახულებათა გამაღიღებლობის. ოპტიკურ მიკრომეტრში გამოყენებულია ოპტიკური სოლემის თვისება, რაც გამოიხატება იმაში, რომ ისინი სისტემაში ქმნიან დამატებითს გამაღიღებლობას, რომელსაც იყენებენ ვერნიერისა და ლარტყის შტრიხების შეუთავსებლობის სიზუსტის, ანუ მინაზომის, შეფასებისათვის. მიკრომეტრის სკალას წარმოადგენს ლარტყაზე დამაგრებული ნონიუსი, ხოლო მასზე ასათვლელი ინდექსია ჭოგრის თარაზული ძაფი. ასეთ მიკრომეტრს აქვს შემდეგი უპირატესობა:

1. მისი საშუალებით ხდება მაღალი სიზუსტით (ერთ მილიმეტრამდე შეცდომით) გასაზომი მანძილების ათვლა. რადგანაც სპირო არ არის რაიმე



ნახ. 7.3.2.15.

სხვა მოძრავი მექანიზმების, მაგალითად, ოპტიკურ-მექანიკური მიკრომეტრის, გამოყენება, რის შემდეგ მოსალოდნელია სხვადასხვა ინსტრუმენტული შეცდომები;

2. მანძილის შესაბამისი ანათვლის აღება ხდება ჭოგრში ერთი გახედვით და ეს ანათვალი დამოკიდებული არ არის ჭოგრის მხედველობის არეში ლარტყის გამოსახულების მდებარეობაზე.

საცემს მუშაობის პერიოდში ამაგრებენ თეოდოლიტის ჭოგრის ობიექტივზე ხრახნით 8 (ნახ. 15*) და ჭოგრის გაწონასწორებისათვის მისი მაფოკუსირებელი ლინზის რგოლზე (ოკულარის მხრიდან) ამაგრებენ საპირწონეს 1 (ნახ. 15*). ამ დროს საცემში ჩასმული აქრომატული ორი სოლი 1 და 2 ფარავს

ობიექტის ღირებულების ნახევარს, ხოლო მის მეორე ნახევარს ფარავს ბრტყელი პარალელური ფირფიტა. ეს უკანასკნელი (ნახ. 15^ა) ნახაზზე არ ჩანს. აღნიშნული სოლები და ფარფიტა, ჩასმული საერთო ბუდეში 3, მიმაგრებულია საცმზე 4 ოთხი ცალი ხრახნით 5. ხრახნები დახურულია ხუფითა 6 და საფარით 7 (ნახ. 15^ბ). მანძილების გაზომვის დროს საფარი 7 გაიღება (ნახ. 15^გ), ხოლო თეოდოლიტით თარაზული და დახრის კუთხეების გაზომვის დროს იგი იხურება (ნახ. 15^დ).

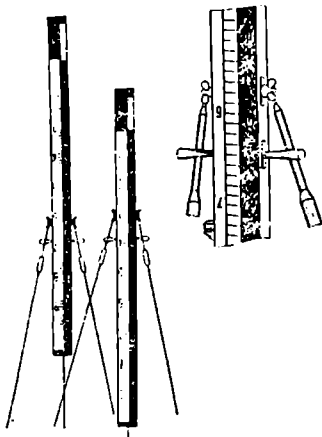
მანძილმზომის კომპლექტში შედის ორი ორმხრივი ხის ლარტყა. რომლებზეც დამაგრებულია ინვარული ლენტები ორსანტიმეტრიანი დანაყოფების მქონე სკალითა და ნონიუსის სკალით (ნახ. 16). ლარტყის ერთ მხარეზე; დატანილია 1-დან 9-მდე, ხოლო მეორეზე 2-დან 9-მდე ციფრები. აღნიშნული ლარტყები იდგმება 0,5 მეტრის სიმაღლის მოსახსნელ სადგარზე და თითოეული მათგანი მაგრდება ორ-ორი საყრდენით, რომელთა სიგრძის რეგულირება ხდება სათანადო სახელურების ბრუნვით. ლარტყების შეეულად დაყენება ხდება სფერული თარაზოთი.

ვერტიკალური ლარტყით მუშაობის დროს საცმის ხრახნის თავი 8 უნდა იყოს მიმართული ზევით, ხოლო თარაზული ლარტყით მუშაობის დროს საჭირო იქნება საცმის შეგბრუნება 90°-ზე.

საცმში მოთავსებული ოპტიკური სისტემა ისეა გათვლილი და იუსტირებული, რომ

1. სოლების ტემპერატურის ცვლით არ იცვლება დიასტიმომეტრიული კუთხის ოდენობა 34', 38, როცა $C=100$;
2. დამატებითი ხაზოვანი გამადიდებლობა $G = \frac{90}{89} = 1 \frac{1}{89}$;
3. ადგილი არა

აქვს ქრომატულ აბერაციას. აგრეთვე, როგორც ვნახავთ, შესაძლებელია მანძილმზომის კოეფიციენტის მცირე ოდენობით ცვლა ისე, რომ იგი იყოს 100-ის ტოლი.

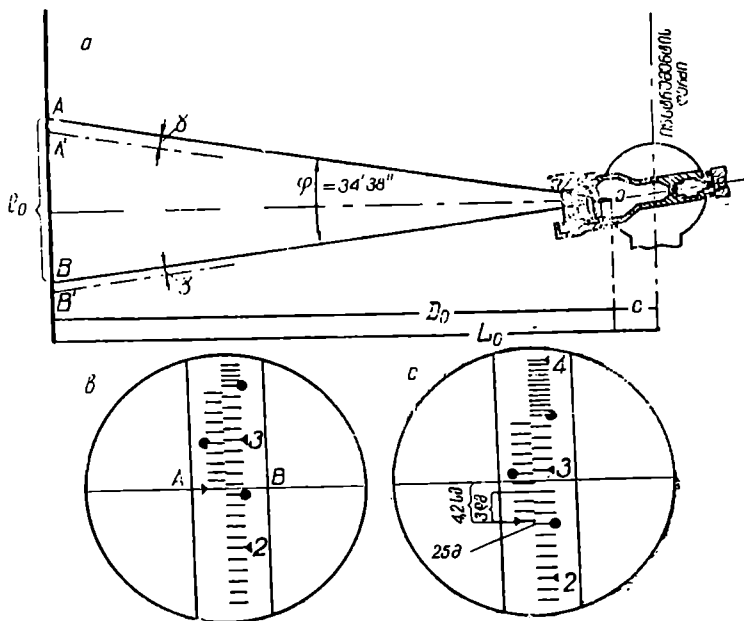


ნახ. 7.3.2.16.

მანძილმზომის მოქმედების პრინციპი

მანძილმზომით მანძილის განსაზღვრის სქემა მოცემულია (17) ნახაზზე, რომლის მიხედვით თეოდოლიტის სამიზნე ჭოგრი საცმით მიმართულია ვერტიკალური ლარტყა-სადმი, რომელიც დაყენებულია გასაზომი ხაზის ბოლო წერტილზე პარალაკსური სამკუთხედის სიბრტყეში ფ დიასტიმომეტრიული კუთხის ბისექტრისის მართობულად. ჭოგრის სამიზნე ღერძი, გაივლის რა ობიექტივის თავისუფალ ნაწილს, დაგეგმილდება ლარტყის B წერტილზე. იგივე

დერძი, გაივლის რა სოლების სისტემით დახურული ობიექტივის ღონის მეორე ნახევარს, დაგვიღლება ლარტყის A წერტილზე, რომელიც იმყოფება ნონიუსის ფარგლებში. ჭოგრის მხედველობის არეში იხილება ლარტყის ორი გამოსახულება. სადაც ძაფთა ბადის თარაზულ ძაფს თანადროულად უთავსდე-



ნახ. 7.3.2.17.

ბა ლარტყის ერთი გამოსახულების A წერტილი და მეორე გამოსახულების B წერტილი. იმ შემთხვევაში, თუ A წერტილი დაემთხვა ნონიუსის ნულოვან შტრიხს, ვიხილავთ (17^ბ) ნახაზზე მიღებულ სურათს, სადაც ნონიუსის ნულოვანი შტრიხი ისრით არის ნაჩვენები. ლარტყის გამოსახულებას შეთავსებული A და B წერტილების შესაბამისი ანათვალის ძაფით იქნება l_0 ბაზისის სიგრძის გამომსახველი, მაშასადამე, შეგვიძლია დავწეროთ:

$$L_0 = D_0 + c = \frac{l_0}{2} \operatorname{ctg}^2 \frac{\varphi}{2} + c,$$

ე. ი. მივიღეთ მუდმივკუთხიანი ძაფებიანი მანძილმზომის ცნობილი ფორმულა:

$$\left. \begin{aligned} L_0 &= Cl_0 + c \\ L_0 &= Kn + c \end{aligned} \right\} \quad (7.3.2.86)$$

დაეხაროთ ჰოგრი სამანძილმზომო (პარალაქსურ) საბრტყეში Υ კუთხით (ნახ. 17^ა). ზემოსხენებულის მსგავსად ლარტყაზე მივიღებთ A' და B' წერტილებს, რომელთა გამოსახულება ჰოგრის მხედველობის არეში შეთავსებულ თარაზულ ძაფზე მიიღება ისევე, როგორც A და B წერტილებისა. Υ კუთხის სიმციარის გამო შეგვიძლია ტოლებად ჩავთვალოთ ლარტყაზე AA' და BB' მონაკვეთები, რომელთა სიგრძე ცალ-ცალკე აღვნიშნოთ r , ე. ი. შეგვიძლია მივიღოთ $AA' = BB' = r$. მაგრამ ჰოგრის მხედველობის არეში AA' მონაკვეთის გამოსახულება მიიღება მეტი, ვიდრე BB' მონაკვეთისა, რადგანაც AA' მონაკვეთი იხილება ერთზე მეტი G გამადიდებლობის მქონე სოლების სისტემით. როგორც ვხედავთ, ჰოგრის მცირე კუთხით დახრის დროს ჰოგრის მხედველობის არეში ვიხილავთ ორი გამოსახულების (ლარტყისა და ნონიუსის დანაყოფების) არა მარტო გადაადგილებას თარაზული ძაფის მიმართ, არამედ ვიხილავთ ძვრას ერთი (ნონიუსის დანაყოფების) გამოსახულებისა მეორის (ლარტყის დანაყოფების) მიმართ. აღნიშნულ გამოსახულებათა ძვრის სიდიდე აღვნიშნოთ Δ -თი. ზემოსხენებულის საფუძველზე დავწერთ:

$$\Delta = Gr - r = r(G - 1), \quad (7.3.2.87)$$

სადაც G არის სოლების სისტემის გამადიდებლობა.

განვსაზღვროთ G ოდენობა. დადებითი ნონიუსის სკალის შეუიარაღებელი თვალით ხილული სიგრძე აღვნიშნოთ d' -ით, რომელიც გამოსახება ფორმულით:

$$d' = a(n-1),$$

სადაც a არის ლარტყის ერთი დანაყოფის საფასური (1 ან 2 სანტიმეტრი),

n — ნონიუსის დანაყოფის რაოდენობა.

ვინაიდან ნონიუსი დაიშორება G გამადიდებლობის სოლების სისტემით, ინსტრუმენტის სწორად მოქმედებისათვის საჭიროა მისი ხილული d' სიგრძე შემცირდეს. მაშასადამე, ნონიუსის სკალის საჭირო ნამდვილი d სიგრძე

$$d = \frac{d'}{G} = \frac{1}{G} a(n-1). \quad (7.3.2.88)$$

ნონიუსით ლარტყაზე ანათვლების აღების დროს, საერთოდ როგორც წესი, ნონიუსის არც ერთი შტრიხი ზუსტად არ უერთდება ლარტყის რომელიმე შტრიხს. ამ შეუთავსებლობის ოდენობის განსაზღვრისათვის, ანუ ნონიუსისა და ლარტყის შტრიხებს შორის ინტერვალის დადგენისათვის, შეიძლება ვისარგებლოთ (87) ფორმულით, რასთვისაც ჰოგრის ბრუნვით შეუთავსებენ ნონიუსისა და ლარტყის შტრიხებს და ზომავენ თარაზული ძაფის გადაადგილების ოდენობას ნონიუსზე. შეგვაძლია მოვითხოვოთ, რომ თარაზული ძაფის ნონიუსის მთელ d სიგრძეზე გადაადგილებას შეესაბამე-

ბოდეს მისი გამოსახულების გადაადგილება ლარტყის სკალის მიმართ ნონიუსის t სიზუსტის ტოლი ოდენობით. ნონიუსის სიზუსტეა:

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

თუ მივიღებთ, რომ $\Delta = t$ და $r = d$, მაშინ (87) და (88) ტოლობების გამოყენებით დავწერთ:

$$\frac{a}{n} = \frac{G-1}{G} a(n-1).$$

საიდანაც

$$G = (G-1)n(n-1) = Gn(n-1) - n(n-1).$$

მაშასადამე.

$$n(n-1) = Gn(n-1) - G = G[n(n-1) - 1],$$

აქედან კი

$$G = \frac{n(n-1)}{n(n-1)-1} = 1 + \frac{1}{n(n-1)-1}. \quad (7.3.2.89)$$

უფრო მოხერხებულაა ნონიუსი, რომლის $n = 10$, მაშინ (89) ფორმულით

$$G = \frac{90}{89} = 1 \frac{1}{89}.$$

ასეთი გამადიდებლობის მქონე ოპტიკური სოლებია მოწყობილი განხილად საცმში.

თუ ლარტყის დანაყოფი $a = 2$ სმ, მაშინ ნონიუსის $n = 10$ შემთხვევის დროს (88) ტოლობით ნონიუსის საჭირო სიგრძე

$$d = 178 \text{ მმ.}$$

ვინაიდან ასეთი ნონიუსი სოლებით დიდდება $\frac{90}{89}$ -ჯერ, მხედველობის არეში მისი ოდენობა მიიღება d' სიგრძის, რომელიც ედრება $d \cdot G$ ნამრავლს, ე. ი. ვერნიერის ნონიუსის ხილული სიგრძე

$$d' = 178 \cdot \frac{90}{89} = 180 \text{ მმ}$$

იქნება ლარტყის ცხრა დანაყოფი.

კოგრი რომ შევაბრუნოთ თავისი ბრუნვის ღერძის ირგვლივ ისე, როგორც ბადის თარაზული ძაფი გადაადგილდეს ნონიუსის მთელ სიგრძეზე, ანუ ლარტყის 178 მილიმეტრის სიგრძეზე, მოხდება ნონიუსის გამოსახულების ძვრა. ძვრის ოდენობა გამოითვლება (87) ფორმულით, რომელშიც მივიღოთ, რომ $r = d$:

$$\Delta = d(1-G) = 178 \left(1 - \frac{90}{89}\right) = 2 \text{ მმ,}$$

რომლის აბსოლუტური ოდენობა ტოლია ნონიუსის t სიზუსტისა.

როგორც ვხედავთ, თარაზული ძაფის ნონიუსის მთელი (ათი დანაყოფის) სიგრძით გადაადგილებას შეესაბამება Δ ძვრა 2 მმ, ანუ მისი ξ სიზუსტე. ფაქტობრივად ძაფის გადაადგილება შეიძლება ამ სიზუსტის მეათედი და მეასედი ოდენობით, მაშასადამე, აქ ანათვლის აღების სიზუსტე 100-ჯერ იზრდება ჩვეულებრივი ნონიუსით ანათვლების აღებასთან შედარებით.

მანძილმზომით მანძილის გაზომვა

განხილავთ მანძილმზომით ხაზის გაზომვა შეიძლება თეოლოლიტის ვერტიკალური წრედის მხოლოდ ერთ-ერთ მდგომარეობაში, რის გამო საცმი და საპირწონე წრედის ამ მდგომარეობის შესაბამისად უნდა დავაყენოთ ჰოვრზე. წინასწარ საჭიროა გაისინჯოს ძაფთა ბადის მდებარეობის სისწორე, რადგანაც ინსტრუმენტის შემოწმების დროს შეიძლება შეიცვალოს მანძილმზომის კოეფიციენტი.

მანძილის გაზომვისათვის პირველ რიგში ძაფთა ბადის საშუალო თარაზულ ძაფს შევეუთავებთ ნონიუსის ინდექსს (ნულოვან შტრიხს), ამავე დროს ნონიუსისა და ლარტყის სკალის შტრიხების ბოლოები უნდა იყოს განლაგებული პირისპირ (ნახ. 17^ბ). შემდეგ ჰოვრს მიკროხრახნით გადავადგილებთ ვერტიკალურად ისე, რომ მისი შუა ძაფი მოძრაობდეს ზემოთ (ნონიუსის ზრდადი წარწერებისაკენ) მანამ, სანამ ნონიუსის რომელიმე შტრიხი ზუსტად არ შეუთავსდება ლარტყის სკალის რომელიმე შტრიხს. ამავე დროს თვალყურა უნდა ვადევნოთ იმას, რომ თარაზული ძაფა არ გადასცდეს ნონიუსის სკალას. მაგალითად, (17^ვ) ნახაზზე თანამიმდევრობით ავიღებთ სამ ანათვალს:

1. ლ ა რ ტ ყ ა ზ ე, მთელი დანაყოფების რაოდენობა ნონიუსის ნულოვან შტრიხამდე (ნახაზზე 25);

2. ნ ო ნ ი უ ს ზ ე, შეთავსებული შტრიხის ნომერი, რომელიც გამოსახავს ლარტყის დანაყოფის საფასურის მეათედების რაოდენობას (ნახაზზე 3);

3. მ ი კ რ ო მ ე ტ რ ზ ე, რასაც შეესაბამება ნონიუსზე მისი ინდექსიდან თარაზულ ძაფამდე ანათვალი ლარტყის ერთი დანაყოფის საფასურის მეასედებსა და მეათასედებში (ნახაზზე 4,2).

მაშასადამე, მთელი n ანათვალი, რომელიც შეესაბამება ჰოვრის მხედველობის არეში მიღებულ გამოსახულებას, იქნება 25,342 დანაყოფი. მანძილმზომის კოეფიციენტებია $C=100$.

თუ ლარტყის საფასურია ერთი სანტიმეტრი, მაშინ $K=1$ მ და გაზომული ხაზის სიგრძე იქნება 25,342 მეტრი, ხოლო როცა საფასური 2 სანტიმეტრია, მაშინ $K=2$ მეტრს და ამიტომ ვიღებთ კიდევ ანათვალს, ეტქვით. 25,349; თუ განვიმეორებთ ანათვლებს შორის სხვაობა არ აღემატება განაზომი

ხაზის $\frac{1}{500}$, ორივე შედეგს ვაჩაებთ. აქვე შევნიშნავთ, რომ TГ-5 თეოლოლიტთან ერთად ლარტყის ერთი მხარის $c=0$, მეორე მხარესი $c=11.111$ მ, რაც საჭიროა გავითვალისწინოთ (85) ტოლობაში.

დახრილი ხაზის ქვედებულს (85) ტოლობის გამოყენებით ვსაზღვრავთ ფორმულით:

$$\left. \begin{aligned} L_0' &= L_0 \cos^2(\nu + 17') = Kn \cos^2(\nu + 17') \\ \text{და პორიზონტზე დაყვანა} \\ \Delta L &= L_0 - L_0' = L_0 \sin^2(\nu + 17') = Kn \sin^2(\nu + 17') \end{aligned} \right\}, \quad (7.3.2.90)$$

სადაც K არის მანძილმზომის კოეფიციენტი, რომელიც გამოსახავს ლარტყის ერთი დანაყოფის შესაბამის სიგრძეს მეტრებში;

ν — დახრის კუთხე;

$17'$ — მანძილმზომის ფ დიასტიომომეტრიული კუთხის დამრგვალებული ნახევარი.

დახრის ν კუთხის გასაზომად საფარი 7 (ნახ. 15^ე) დაიხურება და კოგრის თარაზულ ძაფს შევეუთავებთ ნონიუსის იმ შტრიხს, რომელიც შეთავსებულა ლარტყის შტრიხთან. როცა $\nu > 10^\circ$ -ზე, ლარტყა უნდა დავაყენოთ $5'$ -საფასურთან თარაზოთი; როცა ν მოქცეულია 20° — 30° შორის, მაშინ ვაყენებთ $3'$ საფასურთან თარაზოს. უფრო მეტი დახრის კუთხის შემთხვევაში მანძილმზომი გამოუსადეგარია.

სამანძილო კოეფიციენტების სასურველ ოდენობამდე დაყენებისათვის:

1. ვაქე ადგილებზე მოზომავენ ბაზისს 1:7 000 სიზუსტით (რაც ითვლება ბაზისის ქვეშარტ სიგრძედ) და მის სათავეში აყენებენ თეოდოლიტს საცმი-ა და საპირწონით, ბოლოში — ლარტყას;

2. რამდენიმე ილეთით ბაზისს გაზომავენ მანძილმზომით;

3. თუ განაზომის ფარდობითი შეცდომა მეტი იქნება 1:5 000-ზე, საჭიროა ხრახნების 5 საშუალებით ვაბრუნოთ ბუდე 3 (ნახ. 15^ბ) სოლებითურთ მანამდე, სანამ მანძილმზომით გაზომილი მანძილის სიზუსტე არ გახდება 1:5 000. ლარტყაზე ანათვლის გაზრდისათვის საჭიროა შევასუსტოთ ქვედა შემასწორებელი ხრახნი 5 და მოვუჭიროთ ზედას და, პირიქით, ანათვლის შემცირებისათვის უნდა შევასუსტოთ ზედა და მოვუჭიროთ ქვედას.

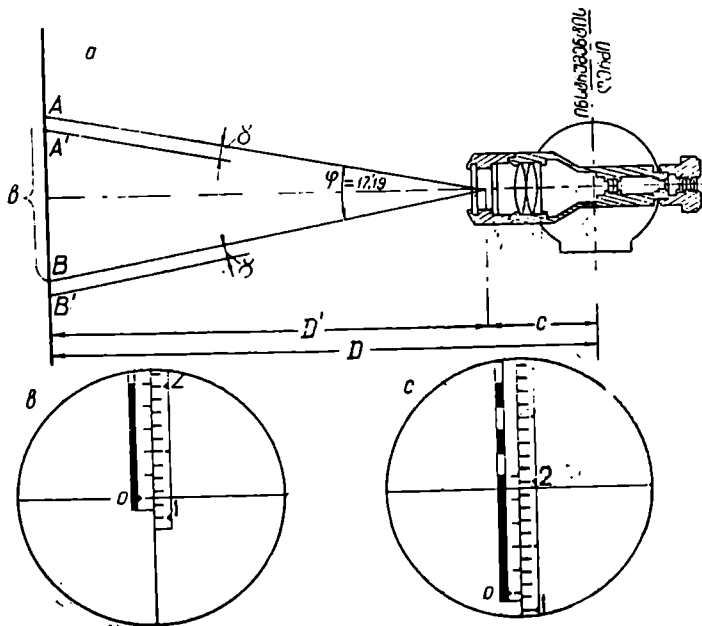
საერთოდ, განხილადი მანძილმზომით ხაზები იზომება 1:2 000 ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომით, მაშასადამე, ზღვრული ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება დაახლოებით 1:1 000.

c. დიფერენციალური მანძილმზომი DH-10 (ძველი დასახ. DD-5)

განხილადი მანძილმზომი ძირითადად ზემოთ განხილული DH-04 მანძილმზომისაგან განსხვავდება იმით, რომ აქ გამოყენებულია ლინზებიანი კომპენსატორი. კომპენსატორის ერთი ნახევარი იძლევა დამატებით გამადიდებლობას, რის გამოც ეს უკანასკნელი ასრულებს ოპტიკური მიკრომეტრის როლს, და ამალლებს ლარტყაზე ანათვლების აღების სიზუსტეს. DH-10 საცმი და საპირწონე მანძილების გაზომვის დროს შავრდება TOM თეოდოლიტსა და მის ტიპის ოპტიკურ თეოდოლიტებზე, რომელთა ობიექტივას ბუდის დიამეტრი 58 მმ-ია.

კომპენსატორით შექმნილი დიასტიომომეტრიული კუთხე ტოლია $17'$, 19, რაც შეესაბამება $C = 200$ სამანძილო კოეფიციენტს, ანუ ერთსანტიმეტრიანი

დანაყოფების მქონე ლარტყისათვის $K=2$ მეტრს. კოეფიციენტის ამ ოდენობამდე დაყენება ხდება იმავე წესით და ანალოგიური ხრახნებით, რაც $DH-04$ მანძილზომისათვის. ამავე დროს განხილად საცმს აქვს თარაზული შემასწორებელი ხრახნები, რომლითაც ნონიუსისა და ლარტყის გამოსახულებათა შტრიხების დაყენება შეიძლება პირისპირ. აქ იყენებენ გასაზომი ხაზის ბოლოში როგორც ვერტიკალურ, ისე თარაზულ ლარტყებს. ვერტიკალური ლარ-



ნახ. 7.3.2.18.

ტყის გამოყენების დროს საჭიროა ღონისძიების გაკვეთის ხაზი იყოს დაყენებულ ვერტიკალურად, რისთვისაც საცმის დამკერ ხრახნს თავით ზევით აყენებენ ობიექტივზე დამკვირვებლიდან მარჯვნივ, ხოლო პორიზონტალური ლარტყის გამოყენების დროს საჭიროა საცმის შებრუნება 90° -ით. $DH-10$ მანძილზომის თეორია იგივეა, რაც $DH-04$ -სა განსხვავება მხოლოდ ის არის, რომ $DH-10$ -ის ჯოგრის სამიზნე ღერძის მიმართ გამოსახულების გადაადგილება ხდება სიმეტრიულად. თარაზულ ძაფს ზუსტად უთავსდება ნონიუსის A და ლარტყის B წერტილები.

ჯოგრის ვერტიკალურ სიბრტყეში მცირედი ბრუნვის დროს ნონიუსის სკალის გამოსახულების ლარტყის სკალის გამოსახულების მიმართ ძერის (გადაადგილების) ოდენობა გამოითვლება (87) ფორმულით:

$$\Delta = r(G-1).$$

მანძილზომის კომპლექტში შედის ხის ორი 1,5 მეტრის სიგრძის ორმხრივი ლარტყა სფერული თარაზობებით (ნახ. 19). თითოეული მხრიდან მიმაგრებული აქვს ინვარიის ლენტი სკალით და ნონიუსით. სკალის შტრიხების ცენტრებს შორის მანძილები, ანუ დანაყოფის საფასურები არის ლარტყის ერთ მხარეზე 2 სანტიმეტრიანი და მეორე მხარეზე 5 სანტიმეტრიანი. პირველი გვერდის გამოყენებით იზომება 40—130 მეტრის სიგრძის ხაზები, ხოლო მეორე გვერდის გამოყენებით კი 100—200 მეტრამდე. ლარტყებზე ნონიუსები მოწყობილია ისე, რომ ლარტყის 18 დანაყოფს შეესაბამება ნონიუსზე 10 დანაყოფი (ე. ი. ლარტყის 18 დანაყოფის სიგრძის ნონიუსი დაყოფილია 10 ტოლ ნაწილად), რის გამო კოგრიტ ბილული ნონიუსის d' სიგრძე იქნება ორჯერ მეტი, ვიდრე DH-04-ით და გამოისახება ტოლობით:

$$d' = 2a(n-1), \quad (7.3.2.91)$$

სადაც a არის ლარტყის სკალის ერთი დანაყოფის საფასური;

n — ნონიუსის დანაყოფების რიცხვი.

(91) ფორმულის შესაბამისად (88) ფორმულა დაიწერება ასე:

$$d = \frac{2a(n-1)}{G} \quad (7.3.2.92)$$

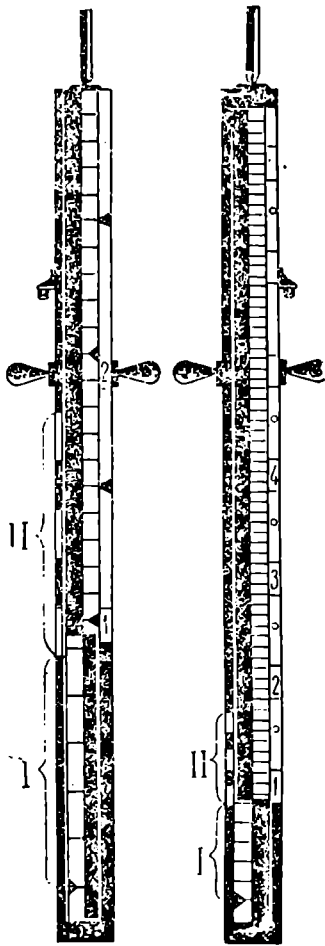
გამოვივალოთ $G_{2 \text{ და } 5}$ გამადიდებლობა (89) ფორმულით, მხოლოდ მხედველობაში ვიქონიოთ, რომ ორივე მხარეზე ნონიუსები დაყოფილია ათ-ათ ნაწილად, ე. ი. მივიღებთ:

$$G_{2 \text{ და } 5} = \frac{10(10-1)}{10(10-1)-1} = \frac{90}{89}$$

განვსაზღვროთ ნონიუსის სიგრძე (92) ფორმულით ორ და ხუთსანტიმეტრიანი ლარტყებისათვის, შესაბამისად მივიღებთ:

$$d_2 = \frac{89}{90} \cdot 2 \cdot 20(10-1) = 356 \text{ მმ};$$

$$d_5 = \frac{89}{90} \cdot 2 \cdot 50(10-1) = 890 \text{ მმ}.$$



ნახ. 7.3.2.19.

ასევე, შესაბამისად, ორ და ხუთსანტიმეტრიანი ლარტყის ნონიუსების

სიზუსტე. თუ მივიღებთ, რომ $\Delta = t$ და $r = d$ და გამოვიყენებთ (87) ფორმულას, გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$t = d(G - 1).$$

მაშასადამე,

$$t_2 = 356 \cdot \left(\frac{90}{89} - 1 \right) = 4 \text{ მმ},$$

$$t_3 = 890 \cdot \left(\frac{90}{89} - 1 \right) = 10 \text{ მმ}.$$

ჰოვარის მიკროხრახნით თარაზული ძაფის ნონიუსის ნულ შტრიხიდან მის ბოლო შტრიხამდე გადაადგილებას შეესაბამება ნონიუსის გამოსახულების ლარტყის დანაყოფების გამოსახულებისაგან გადაადგილება ნონიუსის t სიზუსტის ოდენობით.

იმისათვის, რომ ნონიუსის გაგრძელებული სკალის I ნახევრის გამოსახულება არ დაემთხვეს II ნახევრის გამოსახულებას, ნონიუსის II ნახევრის დანაყოფები გამოტანილია ლარტყის გარე შემონაფენზე (ნახ. 19).

TOM-თან ერთად DH-10 საცმით $e=0$ ლარტყის ორივე მხარეთი მანძილის გაზომვისათვის:

1. სამიზნე ჰოვარის შუა თარაზულ ძაფს შევეუთავებთ ნონიუსის ნულ შტრიხს (ნახ. 18^ა);

II. მიკროხრახნით ჰოვარს გადავადგილებთ ისე, რომ შუა თარაზული ძაფი მოძრაობდეს ნონიუსის ზრდადი წარწერებისაკენ მანამ, სანამ მისი რომელიმე შტრიხი არ შეუთავსდება ლარტყის სკალის რომელიმე შტრიხს. ამავე დროს თვალყური უნდა ვადევნოთ იმას, რომ თარაზული ძაფი არ გადასცდეს ნონიუსის სკალას (ნახ. 18^ა);

III ანათვალი:

ორსანტიმეტრებიანი დანაყოფების მქონე ლარტყაზე (ნახ. 18^ა)

1. ლარტყაზე მთელი დანაყოფების რაოდენობა
ნონიუსის ნულ შტრიხამდე 11,000
 2. ნონიუსზე შეთავსებული შტრიხის ნომერი,
ლარტყის დანაყოფის მეთაფლებში (0,2) + მიკრომეტრზე
ანათვალი, რასაც შეესაბამება ნონიუსზე მისი ინდექსიდან ჰოვარის
თარაზული ძაფის გამოსახულებამდე ანათვალი ლარტყის
ერთი დანაყოფის საფასურის მესამედ და ხუთასელებში (0,045) 0,245
 3. ანათვლის აწლისა და განმეორებით შტრიხების შეთავსებით
იგივე ანათვალი (18° ნახაზზე არ არის ნაჩვენები) 0,248
- ეს უკანასკნელი ემატება, რადგანაც ნონიუსის სიგრძე
ორჯერ მეტია იმაზე, რაც უნდა იყოს; სინამდვილეში არის
18 დანაყოფი ლარტყის ცხრა დანაყოფის ნაცვლად.

მიღებული დანაყოფები შეესაბამება $\frac{\varphi}{2} = \frac{34',38}{2} = 17',19$ (ნახ. 18^ა), სულ

11,493-დან η . $\sigma=200$, აგრეთვე $a=2$ სმ, η . σ . $K=4$ მეტრს. მაშასადამე (84') ფორმულით

$$L_0 = Kn = 4 \cdot 11,493 = 45,972 \text{ მ.}$$

ხუთსანტიმეტრიანი დანაყოფების მქონე ლარტყაზე (მივიღოთ იგივე ანათვლი, რაც 18-ე ნახაზზე)

$C=200$, ხოლო $a=5$ სმ, η . σ . $K=10$ მ. მაშასადამე, (84') ფორმულით

$$L_0 = 10, 11,493 = 114,930 \text{ მ.}$$

გაზომილი ხაზის კორიზონტული პროექციის გამოსათვლელად დახრის γ კუთხის გაზომვისათვის სამიზნე ჭოგრის თარაზულ ძაფს დავეუმიზნებთ ნონიუსისა და ლარტყის შეთავსებულ შტრიხს და შვეულ წრედზე ანათვალს დავეყვანთ დიასტიმომეტრიული 17',19 კუთხის ბისექტრისაზე. აღნიშნულის შესაბამისად

$$L_0' = L_0 \cos(\gamma - 8',6). \quad (7.3.2.93)$$

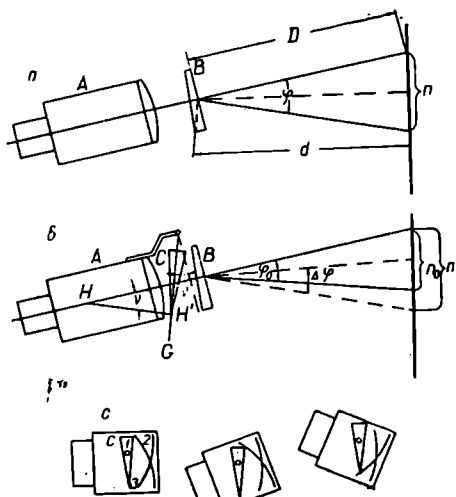
დ. ავტორედუქციული მანძილზომი DH-06 (ძვ. დასახ. DAP-100)

განხილადი ავტორედუქციული ორმაგგამოსახულებიანი მანძილზომი წარმოადგენს IT —5 და ობიექტიური IT —4 თეოდოლიტებისა და მათი მოდიფიკაციის სამიზნე ჭოგრის ობიექტივის მხარეზე დასაყენებელ ნაცმს

ოკულარის მხარეზე დასაყენებელ საპირწონესთან ერთად.

საერთოდ რედუქციულ მანძილზომებს ლარტყაზე მიღებული ანათვლები დაკყავს სამიზნე ღერძის ქვედებულის შესაბამის ანათვლამდე. ასე რომ, მათი საშუალებით ლარტყაზე დაყვანილი α ანათვლის (84') ფორმულაში შეტანით მივიღებთ დახრილი ხაზის შესაბამის კორიზონტულ მანძილს.

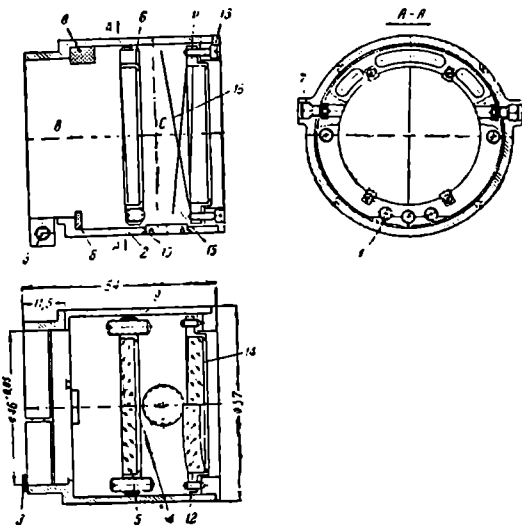
არსებული რედუქციული მანძილზომებიდან შედარებით მარტივია და კონსტრუქციული თავისებურებით უპირატესობა აქვს გ. ნესჩატნის მიერ შექმნილ ავტორედუქციულ მანძილზომს, რომლის არსი მდგომარეობს შემდეგში:



ნახ. 7.3.2.20.

ვთქვათ, პარალაქსური ϕ კუთხეა შექმნილი უძრავი B სოლით, რომლითაც დაფარულია სამიზნე A ჭოგრის ობიექტივის ნახევარი, ხოლო D დახრი-

ლი ხაზის შესაბამისი ანათვალა μ (ნახ. 20a). თუ ჭოგრის Δ ობიექტივსა და უძრავ B სოლს შორის ობიექტივის მუხლის კრონშტიინზე თავისუფლად დავეიდებთ ოპტიკურ C სოლს, რომელსაც გამყოფი წახნაგი ექნება ქვემოთ (ნახ. 20^b) მიმართული, მაშინ სიმძიმის ძალის მოქმედების შედეგად მისი სიმეტრიის ღერძი შეუთავსდება სიმძიმის G ძალის მიმართულებას და ჭოგრის სამიზნე ღერძის მართობ სიბრტყესთან შეადგენს კუთხეს, რომელიც სამიზნე ღერძის დახრის ν კუთხის ტოლი იქნება. ამავე დროს C სოლი სხივებს გადახრის ზემოთ ანუ პარალაქსურ φ კუთხეს შეამცირებს φ_0 ოდენობამდე.



ნახ. 7.3.2.23.

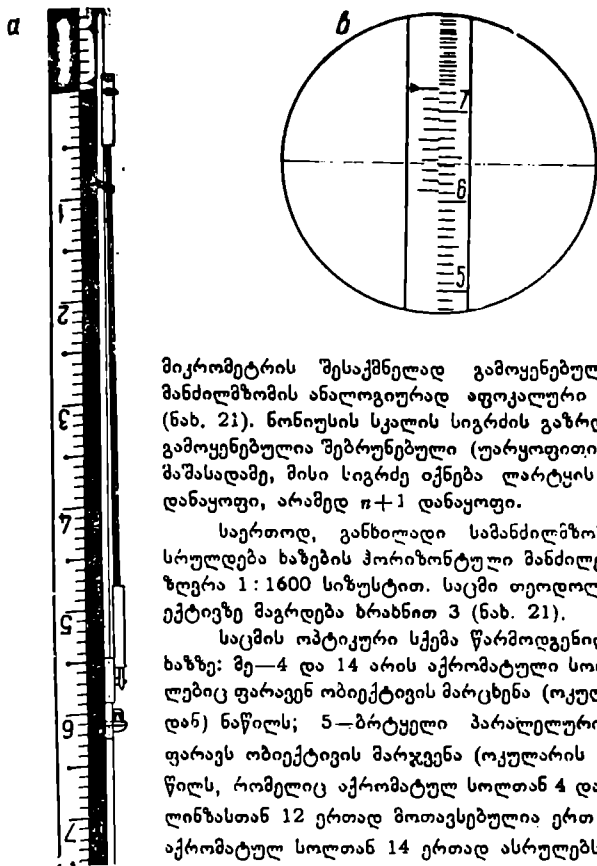
შეიძლება შევარჩიოთ C ოპტიკური სოლის ისეთი პარამეტრები, რომლითაც პარალაქსური კუთხის $\Delta\varphi$ შემცირების ოდენობა იყოს ისეთი, რომ ლარტყაზე μ ანათვალა დაეიყვანოთ პორიზონტული d მანძილის შესაბამის μ_0 ანათვალამდე.

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ რედუქციის ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომა, პარამეტრების სათანადოდ შერჩევის შესაბამისად, $\nu = \pm 11^\circ$ დახრის კუთხის შემთხვევაში გამოდის განაზომი ხაზის 1 : 5 000; $\nu = \pm 14^\circ$ — 1 : 2 000; $\nu = \pm 18^\circ$ — 1 : 500.

დახრის კუთხის $\pm 14^\circ$ -ზე მეტი ოდენობით გავრდის შემთხვევაში მარედუქციარებელი C ოპტიკური სოლის მოქმედება ხდება გადაჭარბებული. ამიტომ მარედუქციარებელი C სოლის $\nu = \pm 21^\circ$ გამოყენების შესაძლებლობის მიზნით მისი დასაკიდებელი სისტემის დახრას ამცირებენ საგანგებო ბრტყელი

ზამბარაკების საშუალებით, რომლებიც დახრის კუთხის გაზრდის შესაბამისად თანდათან აძლიერებენ დასაკიდებელი სისტემის დაუმხრუქებას. (20^o) ნახაზზე ნაჩვენებია მარედუქციონებელი სოლის ბრუნვის ღერძი 1 და მაკომპენსირებელი (დამმუხრუქებელი) ზამბარაკები 2 და 3.

რედუქციული *C* სოლი ავტომატურად აბათილებს ლარტყის გამოსახულების სხვადასხვა მასშტაბიანობას, რომელსაც იწვევს ორი სოლი. ოპტიკური



ნახ. 7.3.2.22.

მიკრომეტრის შესაქმნელად გამოყენებულია *DH-10* მანძილმზომის ანალოგიურად აფოკალური ლინზა 12 (ნახ. 21). ნონიუსის სკალის სიგრძის გაზრდის მიზნით გამოყენებულია შებრუნებული (უარყოფითი) ნონიუსი. მაშასადამე, მისი სიგრძე იქნება ლარტყის არა $n-1$ დანაყოფი, არამედ $n+1$ დანაყოფი.

საერთოდ, განხილადი სამანძილმზომო საცემით სრულდება ხაზების ჰორიზონტული მანძილების განსაზღვრა 1:1600 სიზუსტით. საცემი თეოდოლიტის ობიექტივზე მაგრდება ბრახნიოთ 3 (ნახ. 21).

საცემის ოპტიკური სქემა წარმოდგენილია (21) ნახაზზე: მე-4 და 14 არის აქრომატული სოლები, რომლებიც ფარავენ ობიექტივის მარცხენა (ოკულარის მხრიდან) ნაწილს; 5—ბრტყელი პარალელური ფირფიტა ფარავს ობიექტივის მარჯვენა (ოკულარის მხრიდან) ნაწილს, რომელიც აქრომატულ სოლთან 4 და აფოკალურ ლინზასთან 12 ერთად მოთავსებულია ერთ ბუდეში 11, აქრომატულ სოლთან 14 ერთად ასრულებს ოპტიკური მიკრომეტრის როლს. მარედუქციონებელი სოლი 4

ჩასმულია ბუდეში და წარმოდგენს ქანქარას 6, რომელიც ჩამოკიდებულია ორ ბურთულსაკისრიან საყრდენზე 7 და საცემის ტანში შეუძლია შებრუნდეს $\pm 21^{\circ}$ კუთხით; 1—არის საცემის ბალანსირების (წონასწორობის) ხრახნი; 8—შემზლუდველი ბალიში. ქანქარა 6, ბუდეს 11

პოფს ორ B და C კამერებად, რომლებიც შეერთებული არიან საცმის ჩარჩოსა 2 და ქანქარას 6 ჩარჩოს შორის არსებული ვიწრო, დაახლოებით 0,5 მმ. ხერელოთ. საცმის დახრის დროს ამ ხერელში მოძრავი ჰაერი ხელს უწყობს რხევადი ბუდის დემპფირებას ანუ რხევის თანდათანობით შემცირებასა და დამშვიდებას. 9 და მე-10 ხრახნით ხდება შევეული ხაზის მიმართ მარედუქციონებელი სოლის 4 სათანადოდ დაყენება.

მანძილშომის კოეფიციენტის $C=100$ -ზე დაყვანა ხდება ხრახნის 13 საშუალებით, ხოლო გადაქარბებული რედუქციების კომპენსაცია ხდება მე-15 და მე-16 ზამბარებით.

სამანძილშომო ლარტყის სკალის სიგრძეა 2,15 მ, გააჩნია სფერული თარაზო და ორივე მხრივ აქვს სკალა. ერთ მხარეზე დანაყოფის საფასური $a=2$ სმ, ხოლო მეორე მხარეზე $a=3$ სმ. როგორც აღვნიშნეთ, ნონიუსი არის უბრუნებელი, ე. ა. ლარტყის თერთმეტი დანაყოფის სიგრძე ნონიუსზე დაყოფილია ათ მონაკვეთად (ნახ. 22). ლარტყის შევეულად დაყენება ხდება სფერული თარაზოთი და მაგრდება ორი საყრდენი ფეხით.

ანათელების აღების წესი აქ იგივეა, რაც $DH-04$ და $DH-10$ მანძილშომებით (ნახ. 22^ა).

I. საცმს ისე დააყენებენ თეოდოლიტის კოგრზე, რომ ლარტყისა და ნონიუსის შტრიხების გამოსახულება ურთიერთ მიჯრით იხილებოდეს;

II. კოგრს აბრუნებენ მანამ, სანამ ნონიუსის რომელიმე შტრიხი არ დადგება ლარტყის ამა თუ იმ შტრიხის პირისპირ ისე, რომ ძაფთა ბადის შუა თარაზული ძაფი არ გადასცდეს ნონიუსის სკალას;

III. სრული ანათვალის წარმოადგენს ჯამს შემდეგი ანათელებისას (ნახ. 22^ბ):

1. ლარტყაზე — მთელი დანაყოფების რაოდენობა ნონიუსის ნულიდან შტრიხამდე 72,0;

2. ნონიუსზე — შეთავსებული შტრიხის ნომერი, რომელიც გამოსახავს ლარტყის დანაყოფის საფასურის შეთავსების რაოდენობას, 0,4;

3. მიკრომეტრზე. რასაც შეესაბამება ნონიუსზე მისი ინდექსიდან თარაზულ ძაფამდე ანათვალის ლარტყის ერთი დანაყოფის მესამე და მეათასედებში 0,074;

სრული ანათვალი 72,474 დან;

IV. ზემოხსენებულ ათვლას ვიმეორებთ შტრიხების განმეორებით შეთავსების შემდეგ. ლარტყის ორსანტიმეტრიანი დანაყოფების მქონე გვერდის გამოყენებისას ორივე ანათვალს ვაჯამებთ, რაც გამოსახავს გაზომილი ხაზის ჰორიზონტულ გვეგმის. ვთქვათ, მეორეჯერ მივიღეთ იგივე ანათვალის, ე. ი. $n_0=72,474$; $C=100$ და $K=2$ მეტრს.

მაშასადამე, (84^ა) ფორმულით

$$L_0' = K n_0 = 2 \cdot 72,474 = 144,948 \text{ მეტრს.} \quad (7.3.2.94)$$

V. ლარტყის მეორე მხარეზე ასრულებენ შტრიხების შეთავსებას სამჯერ, რადგანაც $a=3$ სმ, და ანათელებს აჯამებენ, შემდეგ იგივე ფორმულაში, $K=3$ მეტრის ჩანმით ისაზღვრება ხაზის ქვედებულ.

მანძილშომის კოეფიციენტის $C=100$ -ზე დაყვანა ხდება იგივე წესით, როგორც $DH-04$ მანძილშომში.

განხილადი მანძილშომით აღმატება გამოითვლება ფორმულით:

$$h = L_0' \operatorname{tg} \nu + i - v, \quad (7.3.2.95)$$

სადაც ν არის სამიზნე ღერძის დახრის კუთხე, როცა თარაზული ძაფი დამიზნებულია ნონუსისა და ლარტყის შეთავსებულ შტრიხებზე;

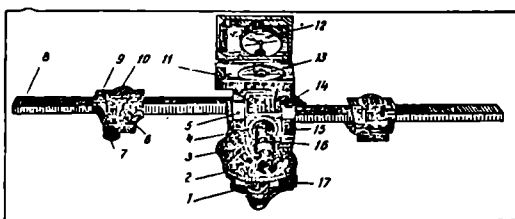
i — ინსტრუმენტის სიმაღლე;

v — ლარტყის სიმაღლე აღნიშნულ შტრიხთა შეთავსების ადგილამდე.

**ე. ორგანოზომის მანძილშომი ცვალებადი ბაზისით.
ინსტრუმენტი $DB-20$ (ძველი დასახ. DBI)**

განხილადი მანძილშომი მუდმივეკუთხიანია და გარდა ზემოაღნიშნულისა მას უწოდებენ შიგაბაზისიან გეოდეზიურ მანძილშომს (ნახ. 23). იგი შეერთებულია მცირე სიზუსტის არაგანმეორებით თეოდოლიტთან, რომლითაც შეიძლება გაიზომოს თარაზული, დახრის კუთხეები და მავნიტური აზიმუტი.

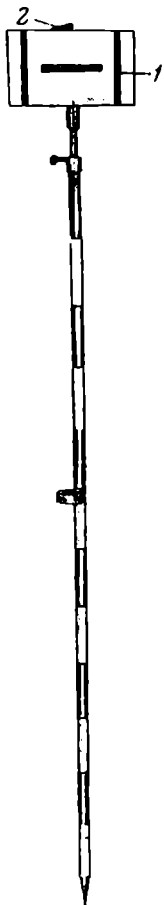
ინსტრუმენტი ძირითადად განკუთვნილია დასახლებული ადგილებისა და რთული რელიეფის ტაქომეტრიული აგეგმვისათვის, აგრეთვე საინჟინრო



ნახ. 7.3.2.23.

კვლევა-ძიებისათვის. როგორც ვთქვით, თეოდოლიტი არაგანმეორებითა და პორიზონტული წრედი ხისტადაა მიმაგრებული ზედდაგარის მილისთან 1, რომელშიც მოძრაობს წრედალიდადი, რომელსაც აქვს დამტკეცი და მიკრომეტრული ხრახნები 17. ლიშმის ერთი დანაყოფის საფასურია 1° . მასზე გარსაცმის ფანჯრიდან 2 ანათვლებს იღებენ ალიდალაზე დამაგრებული მაჩვენებლიანი მიკროსკოპის ინდექსით $0,01$ სიზუსტით. წრედალიდადის სადგარებზე ბრუნავს ჯოჯრის ბრუნვის ღერძი 4, რომელზეც მიმაგრებულია ვერტიკალური წრედი 5 და იქით-აქეთ საბაზისო სახაზავი 8. ამ სახაზავების გასწვრივ შეიძლება ურიკას 9 მოძრაობა, რომელშიც ჩამაგრებულია ოპტიკური სოლები და პენტა პრიზმები. აღნიშნულ სახაზავებზე დატანილია 1 მმ საფასურიანი სკალები, ურიკებზე კი — ინდექსი, რომლითაც ლუპის 6 საშუალებით აიღება ანათვალი $\pm 0,1$ მმ შეცდომით. ორივე საბაზისო სახაზავის სიგრძეა 600 მმ. ჯოჯრი არის შიგა ფოკუსთვაწყობიანი, რაც სრულდება მისი რგოლის 16 საშუალებით, და აქვს დამტკეცი 15 და მიკრომეტრული ხრახნი 14. ინსტრუმენტის წინასწარი დაყენებისათვის მანძილშომს გააჩნია სფერული თარაზო 13, რომელიც ჩანს ბუსო-

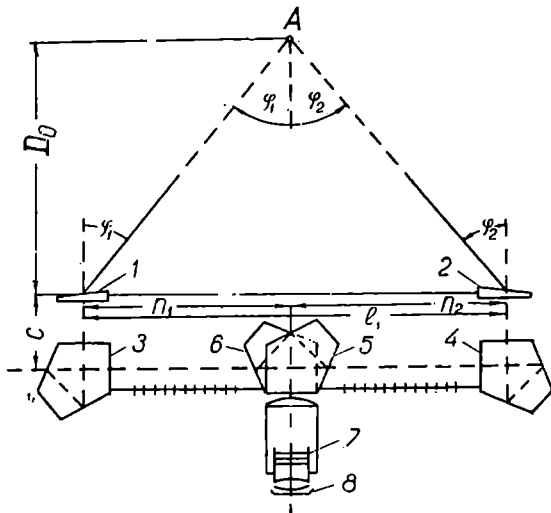
ლის 12 სარკეში, ხოლო მისი მთავარი ღერძის ზუსტად დასაყენებლად იყენებენ ცილინდრულ თარაზოს 11. ვერტიკალურ წრედზე დატანილია სკალა 10' დანაყოფებით, რომელზეც მაჩვენებლიანი მიკროსკოპით 3 აიღება ანათვლება $\pm 1'$ სიზუსტით. ძაფთა ბადის ნაცვლად ჭოგრვაში მოთავსებულია ბ ა პ რ ი მ მ ,



ნახ. 7.3.2.24.

რომლის წიბო წარმოადგენს თარაზულ ძაფს, ხოლო ჰორიზონტული კუთხის ასათვლელად მის წახნაგებზე დატანილია ვერტიკალური შტრიხი.

გასაზომი მანძილების გაზრდის შესაძლებლობის მიზნით განხილად მანძილმზომთან ერთად იყენებენ სარს (ნახ. 24), რომელზეც მიმაგრებულია მარკა (ნიშანი) ფირფიტის სახით 1. ფირფიტა შეღებილია ყვითლად და მასზე გატარებულია ორი ვერტიკალური და ერთი თარაზული შავი ფერის შტრიხი. ვერტიკალურ შტრიხებს შორის მანძილია 150 მმ და წარმოადგენს მანძილმზომის დამატებითს ბაზისს. აღნიშნულ მარკას აქვს სამიზნე ბეღი 2, რომლის საშუალებითაც მარკის სიბრტყეს აყენებენ მანძილმზომის სამიზნე ბაზისადმი მართობულად. მარკის სიმაღლის ცვლა შეიძლება სარის გაშლით.



ნახ. 7.3.2.25.

განხილადი მანძილმზომის მუშაობის სქემა ნაჩვენებია (25) ნახაზზე.

მანძილი აღვილის A წერტილამდე ისაზღვრება ფორმულით:

$$D_0 = \frac{l}{2} \operatorname{ctg} \frac{(\varphi_1 + \varphi_2)}{2}. \quad (7.3.2.96)$$

მუშაობის წესრიგი. პირველ რიგში განვიხილოთ მუშაობის წესრიგი მარკის გამოყენების გარეშე.

მანძილშომის კოეფიციენტებს ადგენენ გასაზომი მანძილების მიხედვით:

17 — 60 მეტრამდე	$C_1 = 100$,
60 — 120 „	$C_2 = 200$,
120 — 300 „	$C_3 = 500$.

მანძილშომის კოეფიციენტები 100 და 200 იქმნება ბუდეების 10 ბრუნვის შედეგად (ნახ. 23) სოლების შებრუნებით, რისთვისაც ბუდეებზე დაკვესილია დანაყოფები 1 და 2 ციფრებით, რაც ნიშნავს 100 და 200 კოეფიციენტს. ბუდეს 10 აბრუნებენ მანამ, სანამ 1 და 2 ციფრი არ შეუთავსდება წითელ წერტილს. რომელიც უკანა ზედაპირზეა დანიშნული. იმისათვის, რომ ავიშოროთ სიმაღლეში გამოსახულების გაორება, სარგებლობენ დოლით 7. 500-ის ტოლ კოეფიციენტს იღებენ მარჯვენა ურიკაზე დამატებითი ოპტიკური სოლით, საცემის დაყენებით. ამ შემთხვევაში ორივე ურიკაზე ციფრები უნდა იყოს დაყენებული კოეფიციენტ $C_2 = 200$ -ზე.

მანძილშომის ჭოგრის დაუმიზნებენ გასაზომი ხაზის ბოლო წერტილში საგანს ან სარს. შემდეგ გადაადგილებენ მარცხენა და მარჯვენა ურიკას ისე, რომ შეთავსდეს საგნის ორივე ნახევარგამოსახულება. ამ დროს ანათვლი საბაზისო სახაზავის მარჯვენა და მარცხენა მხარეზე უნდა იყოს დაახლოებით ერთნაირი. როგორც ვთქვით, სიმაღლეში ნახევარგამოსახულებათა შეთავსება ხდება სრახნით 7. ამის შემდეგ საბაზისო სახაზავებზე იღებენ μ_1 და μ_2 ანათვლებს, რომელთა ჯამი იქნება ბაზისის l_1 სიგრძე, ე. ი. $l_1 = \mu_1 + \mu_2$, რომელიც $C_1 = 100$ შემთხვევაში წარმოადგენს მანძილს მეტრებში, ხოლო $C_2 = 200$ და $C_3 = 500$ კოეფიციენტების შემთხვევაში აღნიშნული ($\mu_1 + \mu_2$) ჯამი, შესაბამისად, უნდა გადამრავლდეს 2 და 5-ზე. $C = 200$ კოეფიციენტის შემთხვევაში $e_{300} = 0$, $C = 100$ და $C = 500$ მანძილშომის მუდმივები შესაბამისად აიღება $e_{100} = +0,012$ მ და $e_{500} = -0,037$ მეტრი.

ახლა განვიხილოთ მუშაობის წესრიგი მარკის გამოყენებით.

მანძილშომის კოეფიციენტებს ადგენენ გასაზომი მანძილების მიხედვით.

2— 75 მეტრამდე	$C_1 = 100$,
75—150	$C_2 = 200$,
150—350	$C_3 = 500$.

მანძილშომის კოეფიციენტის $C = \frac{1}{2} \text{ctg} \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ ოდენობები ამ მან-

ძილშომში შეიძლება იყოს 100, 200 და 500. ბაზისი $l_1 = 600$ მ მუდმივი დიასტრიომეტრიული კუთხე იქმნება ოპტიკური სოლების საშუალებით. ჩვეულებრივ, ამ ტიპის მანძილშომებს გააჩნია სხვადასხვა C კოეფიციენტების მქონე ოპტიკური სოლები. მაგალითად, განხილად მანძილშომს გააჩნია ისეთი ოპტიკური სოლები, რომელთა მიერ შექმნილი კუთხის შესაბამისი კოეფიციენტებია 100, 200 და 500. (25) ნახაზზე ნაჩვენებია მანძილშომის მოძრავი ორი 3,4 და უძრავი ორი 5,6 პენტაპრიზმი. ორმაგი გამოსახულების გაყოფა ხდება ბიპრიზმით 7 და ხვრელის დიაფრაგმით 8.

სოლი 1, პრიზმები 3 და 5 ფარავს ჭოგრის ობიექტივის ზემო ნახევარს, ხოლო სოლი 2, პრიზმები 4 და 6 კი—ქვემო ნახევარს. ისინი ადგენენ A წერტილის ორ გამოსახულებას ჭოგრის მხედველობის არეში. სამიზნე ღერძები გადაიკვეთება A წერტილში მაშინ, როდესაც მე-3 და მე-4 პრიზმები აღმოჩნდება ურთიერთდამორბეული $l_1 = n_1 + n_2$ მანძილზე. ამ შემთხვევაში A წერტილის ორი გამოსახულება შეირწყმის და D_0 განისაზღვრება (96) ფორმულით. მაშასადამე, მთელი სიგრძე განისაზღვრება ფორმულით:

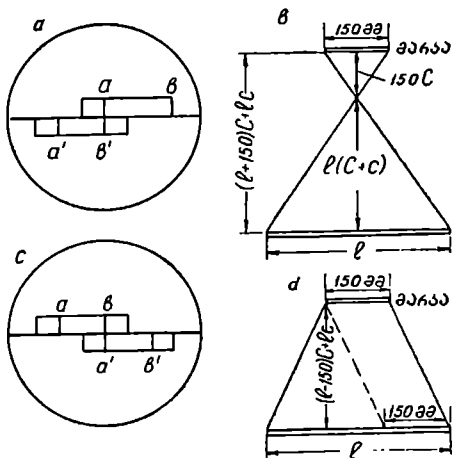
$$L_0 = Cl + c. \quad (7.3.2.97)$$

გაზომილი ხაზის ქვედებული კი ტემპერატურის მხედველობაში მიღებით გამოითვლება ფორმულით:

$$L_0' = L_0 - \Delta L_v + \Delta L_t, \quad (7.3.2.98)$$

სადაც $\Delta L_v = 2L_0 \sin^2 \frac{\gamma}{2}$ არის შესწორება ხაზის დახრილობისათვის;

ΔL_t — შესწორება ტემპერატურისათვის (იგი ალგებრული სიდიდეა), რომელსაც იღებენ ხელსაწყოზე დართული ცხრილებიდან.



ნახ. 7.3.2.26.

ჭოგრის უმიზნებენ მარკას. მარკის გამოსახულებათა შეთავსება შეიძლება შესრულდეს შემდეგი ორი სქემით:

1. ქვედა ნახევარგამოსახულების მარჯვენა b' შტრიხს შეუთავსებენ ზედა ნახევარგამოსახულების მარცხენა a შტრიხს (ნახ. 26ა, ბ).

მანძილი განისაზღვრება ფორმულით:

$$L_0' = (l + 150)C + c - \Delta L_v + \Delta L_t; \quad (7.3.2.99)$$

2. ქვედა ნახევარგამოსახულების მარცხენა *a* შტრიხის შეუთავსებენ ზე-
და ნახევარგამოსახულების მარჯვენა *b* შტრიხის (ნახ. 27^{ა,ბ}).

მანძილი განისაზღვრება ფორმულით:

$$L_0' = (l - 150) C + c - \Delta L_0 \quad (7.3.2.100)$$

მეორე სქემას იყენებენ 17 მეტრზე ნაკლები მანძილების გასაზომად.

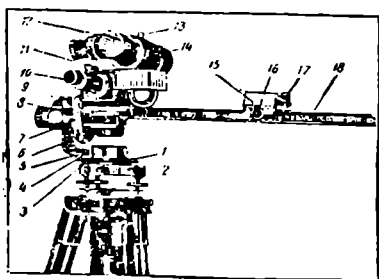
თარაზული და დახრის კუთხეების გაზომვის დროს საგნის ნახევარგა-
მოსახულებებს შეუთავსებენ ურთიერთს როგორც თარაზული, ისე ვერტიკა-
ლური მიმართულებით და ამ გამოსახულებებს შეუთავსებენ ჭოგრის ძაფთა
ბადეს. ამის შემდეგ ანათვლებს აილებენ თარაზულ და შვეულ წრედებზე. ორი-
ვე ანათვლები აიღება შვეული წრედის მხოლოდ ერთ მდებარეობაში.

მანძილზომით განსაზღვრული განაზომების სიზუსტეა: 120 მეტრამდე
მანძილების გაზომვისას 1 : 500; 300 მეტრამდე კი—1 : 300.

ფ. ორმაგგამოსახულებიანი მანძილზომი ცვალებადი გაზომით. ინსტრუმენტი *D1M*

განხილადი მულტიკუთხიანი, ორმაგგამოსახულებიანი მანძილზომი წინა
მუხლში განხილული მანძილზომის ტიპისაა. ძირითადად იგი გამოიყენება მა-
წისქვეშა კამერების ასაგეგმავად, რომელშიც იზომება მანძილები 2—60 მეტ-
რამდე 1 : 200—1 : 100 სიზუსტით. აგრეთვე სხვადასხვა სოლების გამოყენე-
ბით დედამიწის ფიზიკურ ზედაპირზე შეიძლება 300 მეტრამდე მანძილების
გაზომვა.

მანძილზომის თარაზული წრედი 1 (ნახ. 27) ხისტად არის შეერთებული
ზედა დგარის 2 მილისსთან. ლიშების სკალის ერთი დანაყოფის საფასურია 1°.
რომელზეც ინდექსით 3 აიღება ანათვლი ლუპაში 4 მზერით სიზუსტით $\pm 0,1$.
მანძილზომი მაგრდება შვეული ღერძის მიმართ დამტკეცი ხრახნით 5. კრონ-
შტეინზე 6 ბრუნავს ინსტრუმენტის ჭოგრის ბრუნვის ღერძი, რომლის ცალ მხა-
რებზე დამაგრებულია ვერტიკალური წრედი 7 და სფერული თარაზო 9, ხოლო



ნახ. 7.3.2.27.

მეორე მხარეზეა საბაზისო სახა-
ზავი 18, რომლის სიგრძეა 300 მმ.
ვერტიკალური წრედის ლიშების
დანაყოფის საფასურია 1°, რო-
მელზეც ლუპაში 8 ცქერით ინ-
დექსის საშუალებით აიღება ანა-
თვლები $\pm 0,1$ სიზუსტით. ამ
მანძილზომით შეიძლება გაეზო-
მოს დახრის კუთხეები $\pm 70^\circ$ -მდე.
სამიზნე ჭოგრის საგანზე დაყე-
ნება ხდება რგოლით 10. საპრო-
ექციო მოწყობილობა 12 დაყე-
ნებულია სამიზნე ჭოგრეზე და მი-
სი ფოკუსირება ხდება ხრახ-
ნით 14. ხრახნები 11 და 13

საშუალებას გვაძლევს გარკვეულ ზღვრებში შევებრუნოთ პროექტორი თარა-
ზულ და ვერტიკალურ სიბრტყეში.

საბაზისო სახაზავზე 18 შეიძლება ხელით ტანქად გადავადგილოთ ურიკა 15 პენტაპრიზმით. ამავე დროს მისი მცირედი გადაადგილება ხდება მიკროხრაზნით 16. საბაზისო სახაზავის სკალის დანაყოფის საფასურია 1 მმ, რომელზეც ლუბის 17 დახმარებით ინდექსით აიღება ანათვალი $\pm 0,1$ მმ შეცდომით.

მანძილზომის მუშაობის სქემა სრულიად ანალოგიურია წინა მუხლში განხილული მანძილზომის სქემისა (ნახ. 28). მანძილი A წერტილამდე ისაზღვრება ფორმულით:

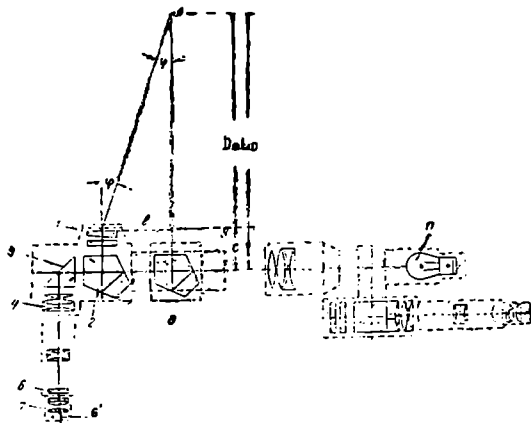
$$D_0 = l \operatorname{ctg} \varphi = Cl, \quad (7.3.2.101)$$

ხოლო დახრილი მანძილი L_0 მანძილზომის ბრუნვის ღერძიდან A წერტილამდე გამოითვლება ფორმულით:

$$L_0 = Cl + c. \quad (7.3.2.102)$$

შესაბამისი ქვედებული კი გამოითვლება ფორმულით:

$$L_0' = L_0 - \Delta L_v + \Delta L_t,$$



ნახ. 7.3.2.28.

სადაც მუდმივი $C = 3,5$ სმ არის მანძილი ანალატიური წერტილიდან ინსტრუმენტის ვერტიკალურ ღერძამდე;

$$\Delta L_v = 2L_0 \sin^2 \frac{\varphi}{2} \text{ — შესწორება ხაზის დახრილობისათვის};$$

ΔL_t — ტემპერატურული შესწორება, რომელიც აიღება ინსტრუმენტისაღმე თანდართული ცხრილიდან.

განხილავი მანძილზომის კოეფიციენტის ოდენობაა $C = \operatorname{ctg} \varphi = 100$, როცა დიასტიმომეტრიული კუთხე $\varphi = 34', 38$, ხოლო ამ კუთხის ცვლით იცვლება C კოეფიციენტის ოდენობები: მაგალითად, ამ მანძილზომის კომპლექტ-

ში შემავალი მოსახსნელი ოპტიკური სოლების შესაბამისი კოეფიციენტების ოდენობებია 50, 100, 200, 500, 1000, რომლებიც საბაზისო სახაზავის 300 მილიმეტრის სიგრძის შემთხვევაში საშუალებას იძლევიან დედამიწის ფიზიკურ ზედაპირზე მანძილები გავზომოთ 300 მეტრამდე. (28) ნახაზზე მოყვანილი ოპტიკური სქემა გვიჩვენებს, რომ დიასტიმომეტრიული ფ კუთხე შექმნილია ორი ოპტიკური სოლით 1, რომლებიც დაყენებული არიან სამიზნე კოვარის ობიექტივის წინ. *A* წერტილიდან გაზომილი სხივთა კონა გაივლის ორივე სოლს 1. პენტაპრიზმას 2, მართკუთხა პრიზმას 3 და ეცემა ობიექტივს 4. ამავე დროს აღნიშნული სოლები 1 და პენტაპრიზმა 2 ფარავს ობიექტივის მხოლოდ ზემო ნახევარს. იმავე *A* წერტილიდან გამოსული სხივთა კონა გაივლის მოძრავ პენტაპრიზმას 8 და მართკუთხა 3 პრიზმაში გავლით ეცემა ობიექტივის 4 ქვემო ნახევარს. შემდეგ სხივთა ორთავე კონა გაივლის საგანზე მაფოკუსირებელ ლინზაში 5, ბიპრიზმაში 6, ოკულარში 7, ხვრელიან დიაფრაგმაში 6' და ყოველივეს იხილავს თვალი. ოკულარის 7 მხედველობის არეში მიღებული *A* წერტილის ორი გამოსახულების შეთავსება ხდება საბაზისო სახაზავის 9 გასწვრივ პრიზმის 8 გადაადგილებით. სხვანაირად რომ ვთქვათ, კოვარის მხედველობის არეში *A* საგნის ორი, ზედა და ქვედა, გამოსახულების შეთავსება მოხდება, თუ სოლებიდან 1 და პენტაპრიზმიდან 8 გამოსული სხივები გადაიკვეთება *A* წერტილში, რაც მოხდება 8 პენტაპრიზმის გადაადგილებით. ამ დროს საბაზისო სახაზავზე მივიღებთ N_0 მანძილის შესაბამისი ბაზისის l სიგრძეს, ანუ დიასტიმომეტრიულ ფ კუთხეს.

ბნელ მიწისქვეშა კამერებში მუშაობისათვის მანძილზომს აქვს სპეციალური საპროექციო სისტემა 12 (ნახ. 27) გამონამუშევრის შიგა ზედაპირზე, ანუ კედელზე, მნათი წერტილის (მარკის) დაგეგმილებისათვის. საპროექციო სისტემა შედგება მოძრავი (გადასაადგილებელი) ობიექტივისა 10 (ნახ. 28) და ელექტრონათურისაგან 11, რომელიც ელექტროენერგიას იღებს შტატივთან ჩანგლით ჩართული კაბელით.

7.3.8. მულტიგაზისინიანი მანძილზომები

ა. ძაფბინიანი მანძილზომი ტანგენსური ხრახნით

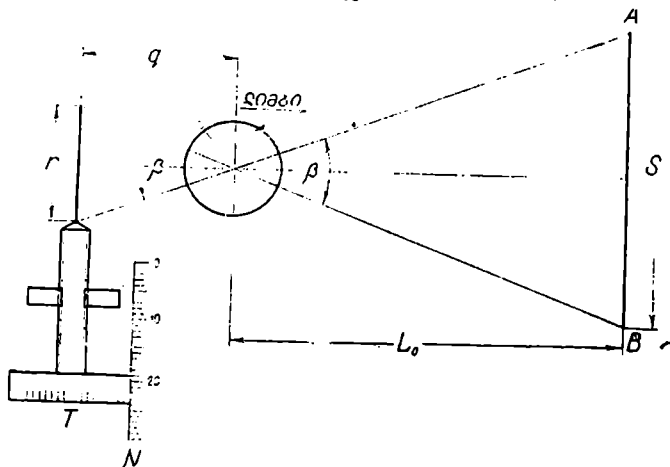
ასეთი სახის მანძილზომს ხშირად უწოდებენ პარალაქსურს, რადგანაც მანძილები განსაზღვრის მიზნით იზომება დიასტიმომეტრიული, ანუ პარალაქსური, კუთხე.

მუდმივბაზისიანი მანძილზომებში მიღებულია აღნიშვნები: ცვალებადი კუთხისა β და მუდმივი ბაზისის კოორდინატები S (ნახ. 1).

წრედილოდალის β კუთხეზე შებრუნების მიზნით, თეოდოლიტს მოწყობილი აქვს T ხრახნი. ამ ხრახნს უწოდებენ ტანგენსურს, რადგანაც მისი საშუალებით განისაზღვრება β კუთხის ტანგენსის r ხაზი. T ხრახნის ღერძის პარალელურად მოწყობილია N სკალა. სკალის ერთ დანაყოფს (f) შეესაბამება T ხრახნის სრული ბრუნვა. თვით T ხრახნის თავი დაყოფილია 100 ნა-

წილად. როგორც ნახაზიდან ჩანს, r სიგრძე შეიძლება გამოისახოს N სკალის დანაყოფების საშუალებით.

T ხრახნის ბრუნვით კოგრს დავემიზნებთ თარაზულად და გასაზომი ხანის მართობულად დაყენებულ AB ლარტყის A ნიშნაკს (წერტილს). ავიღებთ ანათვალს N სკალაზე (n_1). შემდეგ ისევ T ხრახნის საშუალებით შემოვაბრუ-



ნახ. 7.3.3.1.

ნებთ წრედალიდადას და კოგრს დავემიზნებთ ლარტყის B ნიშნაკს; ავიღებთ ანათვალს N სკალაზე (n_2).

როგორც ნახაზიდან ჩანს,

$$\frac{L_0}{q} = \frac{S}{r},$$

საიდანაც

$$L_0 = \frac{S}{r} q. \quad (7.3.3.1)$$

აგრეთვე, უშუალოდ ნახაზიდან დაიწერება:

$$r = (n_1 - n_2) t = nt.$$

შვეიტანოთ r -ის მნიშვნელობა (1) ტოლობაში, მივიღებთ:

$$L_0 = \frac{Sq}{nt}. \quad (7.3.3.2)$$

(2) ფორმულაში S , q და t მუდმივი სიდიდეებია, ამიტომ $\frac{S \cdot q}{t}$ აღვნიშნოთ K -თი და ჩავსვათ (2) ფორმულაში, მივიღებთ:

$$L_0 = \frac{K}{n}. \quad (7.3.3.3)$$

(3) ფორმულით განსაზღვრული L_0 მანძილი არის რელიეფის ნებისმიერ წერტილთა შორის თარაზული მანძილი (ქვედებული). ასე რომ, ადგილის დახრის კუთხის განსაზღვრა საჭირო არ არის. ტანგენსური ხრახნი შეიძლება ვერტიკალურადაც მოეწყოს თეოდოლიტზე, მაშინ ლარტყაც ვერტიკალურად დაიდგება.

ნაცვლად r სიგრძისა, შეიძლება გაიზომოს პარალელური β კუთხე თეოდოლიტის ლიბზე ანათვლების აღებით, მხოლოდ ამ შემთხვევაში საჭიროა თეოდოლიტი იყოს მაღალი სიზუსტის, მაგალითად, 5"–2"–1" და ასე შემდეგ. თეოდოლიტის ლინების გამოყენების შემთხვევაში (1) ნახაზის მიხედვით დავწერთ:

$$L_0 = \frac{S}{2} \operatorname{ctg} \frac{\beta}{2} = \frac{S}{2} \frac{1}{\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}} \quad (7.3.3.4)$$

β კუთხის სიმცირის გამო შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \sin \frac{\beta}{2} = \frac{\beta}{2} \sin 1'' = \frac{\beta''}{2\rho''},$$

სადაც ρ'' არის რადიანის გრადუსული სიდიდე და უდრის 206265". $\operatorname{tg} \frac{\beta}{2}$ -ის მნიშვნელობას ჩასმით (4) ფორმულა გადაიწერება შემდეგნაირად:

$$L_0 = \frac{S}{\beta''} \rho''. \quad (7.3.3.5)$$

მივიღოთ $S \cdot \rho = K$ და ჩავსვათ (5) ფორმულაში. მივიღებთ:

$$L_0 = \frac{K}{\beta''}. \quad (7.3.3.6)$$

K მუდმივი ჩვეულებრივი ხერხით განისაზღვრება (3) და (6) ფორმულებით. მაგალითად, (3) ფორმულით

$$K = L_0 n, \quad (7.3.3.7)$$

ხოლო (6) ფორმულით კი

$$K = L_0 \beta. \quad (7.3.3.8)$$

ამისათვის რაიმე მიმართულებით ზუსტად გადავზომავთ სხვადასხვა მანძილს და ხაზის თავში დავცენტრავთ თეოდოლიტს. ამ ხაზზე გადაზომილ წერტილებზე თანამიმდევრობით დავაყენებთ თარაზულად და გასაზომი ხაზის მართობულად ლარტყას. ლარტყის ორივე ნიშნაქზე ჭოგრის დამიზნებისას ვიღებთ ანათვლებს როგორც N სკალაზე, ისე ლიბზე.

(7) და (8) ფორმულების საშუალებით გამოითვლება $K_1, K_2, K_3 \dots K_m$ და შემდეგ განისაზღვრება მათი საშუალო არითმეტიკული:

$$K = \frac{K_1 + K_2 + \dots + K_m}{m}. \quad (7.3.3.9)$$

სიზუსტის დასადგენად გავდიფერენციალოთ (5) ფორმულა β -ს მიხედვით იმ ვარაუდით, რომ S ბაზისი არის მაღალი სიზუსტით გაზომილი, მივიღებთ:

$$\Delta L_0 = - \frac{S \rho''}{\beta^2} \Delta \beta, \quad (7.3.3.10)$$

ხოლო საშუალო კვადრატული შეცდომა

$$m_{L_0} = \frac{S \rho''}{\beta^2} m_{\beta}, \quad (7.3.3.11)$$

ნახაზიდან უშუალოდ დაიწერება:

$$\beta = \frac{S \rho''}{L_0}. \quad (7.3.3.12)$$

შევიტანოთ (12) ფორმულიდან β კუთხის მნიშვნელობა (11) ფორმულაში, მივიღებთ:

$$m_{L_0} = \frac{L_0^2}{S} \frac{m_{\beta}}{\rho}. \quad (7.3.3.13)$$

(13) ტოლობა გავყოთ გაზომილ მანძილზე, მივაღებთ განაზომი ხაზის ზუსტეს:

$$\frac{m_{L_0}}{L} = \frac{L_0}{S} \frac{m_{\beta}}{\rho}. \quad (7.3.3.14)$$

(14) ფორმულიდან ჩანს, რომ მუდმივბაზისიანი მანძილმზომის სიზუსტე (ფარდობითი შეცდომა) პირდაპირპროპორციულია გასაზომი მანძილის სიგრძისა და უკუპროპორციულია ბაზისის სიგრძისა. ჩვეულებრივ, ბაზისის სიგრძეს იღებენ 2—6 მეტრამდე. გრძელი ბაზისის გამოყენება პრაქტიკულად უხერხულია, ამიტომ უმჯობესია გამოვიყენოთ მცირე სიგრძის ბაზისი და შევირჩიოთ რაც შეიძლება მაღალი სიზუსტის თეოდოლიტი.

მაგალითად, თუ პარალაქსური β კუთხე გაზომილია 1" საშუალო კვადრატული შეცდომით და ბაზისი $S = 3$ მეტრს, მაშინ ასი მეტრის სიგრძის მანძილის გაზომვის საშუალო კვადრატული შეცდომა (13) ფორმულით იქნება:

$$m_{L_0} = \frac{100^2}{3} \frac{1''}{206265''} = \pm 1,6 \text{ სმ,}$$

ხოლო იმავე ხაზის გაზომვის სიზუსტე. (14) ფორმულის თანახმად, იქნება:

$$\frac{m_{L_0}}{L_0} = \frac{1}{6000}.$$

ცდებით დადგენილია, რომ განხილული მანძილმზომი სხვა მანძილმზომებთან შედარებით ხასიათდება სიმარტივით, უშუალოდ თარაზული მანძილის მიღებით, ანათელების დიდი სიზუსტით, დიდი მანძილების გაზომვის (800 მეტრამდე) შესაძლებლობით და აღსანიშნავია არამუდმივი ხასიათის სისტემატურ შეცდომებს არა აქვს ადგილი.

(4) ფორმულის შესაბამისად არსებობს γ სმირნოვის ცხრილი.

აღნიშნული ცხრილი შედგენილია $S_1 = 2$ მეტრიანი ბაზისისათვის. მაგ.

რამ მისი გამოყენება შეიძლება ნებისმიერი სიგრძის ბაზისისათვის, მხოლოდ საჭიროა შემდეგი სახის გადასაყვანი ფორმულით სარგებლობა:

$$\frac{L_0}{L_1} = \frac{S}{S_1}, \quad (7.3.3.15)$$

სადაც L_0 არის განსასაზღვრელი თარაზული მანძილი;

L_1 —თეოდოლიტით გაზომილი β კუთხის შესაბამისი მანძილი, ამოღებული ცხრილიდან;

S — გამოყენებული ბაზისის სიგრძე;

S_1 — ბაზისის სიგრძე, რომლის მიხედვითაც შედგენილია ცხრილი.

($S_1=2$ მეტრს).

ვთქვათ, $S=4$ მეტრს და პარალაქსური კუთხე $\beta=0^{\circ}26'24''$.

ცხრილიდან $L_1=148,18$ მეტრს, ხოლო (15) ფორმულის გამოყენებით:

$$L_0 = \frac{S}{S_1} \cdot L_1 = \frac{4}{2} \cdot 148,18 = 296,36 \text{ მეტრს.}$$

B.1 მუდმივბაზისიანი ოპტიკური მანძილზომები

თანამედროვე მულტიბაზისიანი ოპტიკურ მანძილზომებში, ლარტყით გასაზომი ხაზის ბოლოში, პარალაქსური კუთხის გასაზომავად იყენებენ ლინზებიან კომპენსატორებს, ე. ი. ისინი არიან ორმაგამოსახულებიანები.

ვთქვათ, O არის სამიზნე ჭოგრის ობიექტივი; F —მისი უკანა მთავარი ფოკუსი (შესაბამის მანძილსაც იმავე ასოთი აღვნიშნავთ) (ნახ. 2). ობიექტივის წინ დაეყენოთ ორი ლინზა: ბრტყელამოზნეკილი O_1 და ბრტყელშეზნეკილი O_2 , რომელთაც აქვთ აბსოლუტურად ტოლი მთავარი საფოკუსო F_1 და F_2 მანძილები. ასეთი სისტემა არის აფოკალური, რომელიც გავლენას არ ახდენს სამიზნე ჭოვრით მიღებული გამოსახულების მასშტაბზე (გამადიდებლობა, მხედველობის არე, ნათელობა). იმ შემთხვევაში, როცა O ობიექტივისა და ლინზების O_1 , O_2 ოპტიკური ღერძები შეთავსებულია, დამიზნებული წერტილის გამოსახულება მოხდება ჭოვრის მხედველობის არის ცენტრში. სამიზნე ჭოვრის ღერძიდან თუ Δ მანძილით გადავადგილებთ ერთ-ერთ ლინზას, მაშინ ამ ღერძის გასწვრივ მიმავალი სხივი გადაიხრება β კუთხით (ნახ. 2^ბ), რომლის ოდენობა განისაზღვრება დამოკიდებულებით:

$$\beta = \frac{\Delta}{F_1} \rho', \quad (7.3.3.15)$$

და დანაშვრი წერტილის გამოსახულება გადაადგილდება.

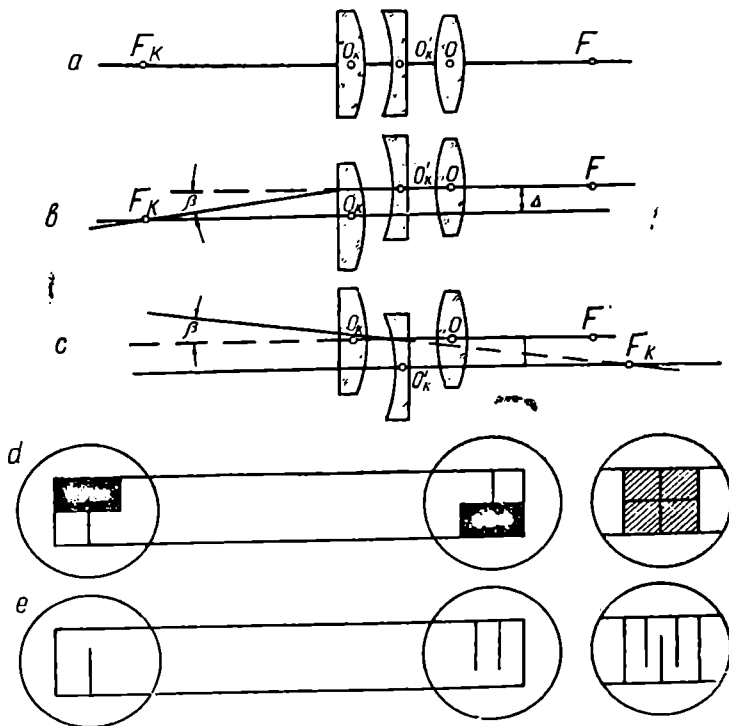
ერთ-ერთ მოძრავ ლინზას თუ გავჭრით დიამეტრზე და ერთ ნახევარს გადავადგილებთ ჭრილის გასწვრივ, მაშინ ჭოვრის მხედველობის არეში მივიღებთ დანაშვრი წერტილის გარკვეული მანძილით ურთიერთგადაადგილებულ ორ გამოსახულებას. მოძრავ ნახევარლინზაზე ამკარებენ სკალას, რომელზეც ახდენენ მისი გადაადგილების Δ ოდენობის ათვლას.

სკალიანი მოძრავი ლინზის გადაწვეით ლარტყის ერთი მარკის გამოსახულებას თუ გადავწევთ ისე, რომ ლარტყის მარცხენა და მარჯვენა გამოსახულებები ურთიერთს შეუთავსდეს, შესაბამისი ანათვალ სკალაზე იქნება სკალიანი ლინზის გადაადგილების Δ ოდენობის გამომსახველი:

$$D_0 = S' \cdot ctg \beta,$$

β ოდენობის სიმციროს გამო

$$D_0 = \frac{S \rho'}{\beta}.$$



ნახ. 7.3.3.2.

(15) დამოკიდებულების გამოყენებით:

$$D_0 = \frac{S \rho'}{\Delta \rho'} \quad F_k = \frac{K}{\Delta}, \quad (7.3.3.16)$$

სადაც $K = S F_k$ არის სამანძილო კოეფიციენტი;

Δ — პარალაქსური კუთხე, გამოსახული სკალის დანაყოფებსა და მათ ნაწილებში.

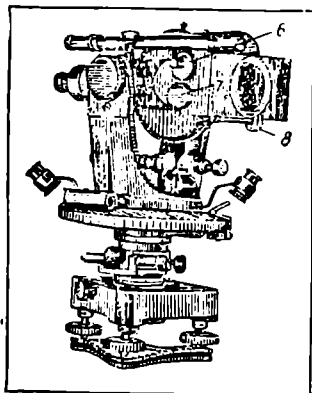
(16) ფორმულა სრულიად ანალოგიურია (7.3.1.5) ფორმულასა.

როგორც ცნობილია, მუდმივ ბაზისს წარმოადგენს ლარტყა ბოლოებში მარკებით. მარკები ისე უნდა იყოს დატანილი ლარტყაზე, რომ მათი გამოსახულებების შეთავსების დროს ხელი არ გვეშლებოდეს. მარკები შეიძლება დავიტანოთ შავი შტრიხების სახით ლარტყის გამყოფი ხაზიდან ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით. ამ შემთხვევაში ლარტყის ურთიერთსაწინააღმდეგო ნაწილები უნდა შეიღებოს მარკის შტრიხების ფერით (ნახ. 2^ა, შავი ფერით) ან კიდევ ლარტყაზე ერთ მარკას გამოსახვენ ერთი შტრიხით, ხოლო მეორეს—ორი შტრიხით (ნახ. 2^ბ).

ა. ბელიცინის სისტემის, როგორც მანძილმომზომის, მანძილმომზომი DHB-2 ლარტყით გასაზომი ხაზის ბოლოში

1. ბელიცინის საცმის დანიშნულება

საცმი უკეთდება TT—50 და მისი მოდიფიკაციის თეოდოლიტებს. იგი საშუალებას იძლევა გავზომოთ მანძილები 80—700 მეტრამდე 1:1000



ნახ. 7.3.3.3.

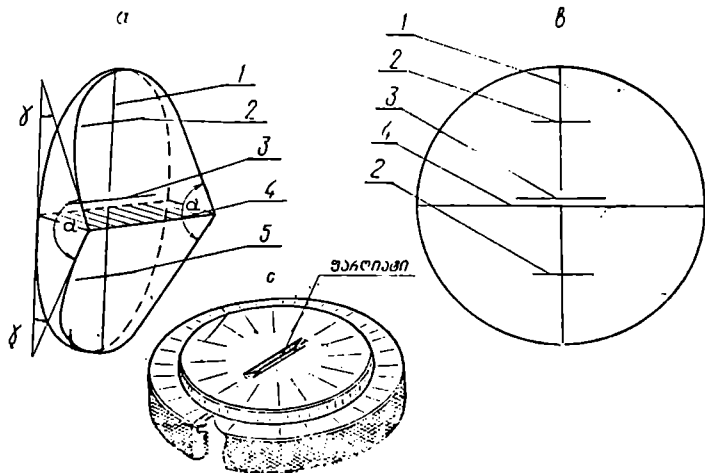
სიზუსტით (შეიძლება მანძილების 1000 მეტრამდე გაზომვა, მხოლოდ ნაკლები სიზუსტით). ამ მანძილმომზომით შეიძლება შეიცვალოს თეოდოლიტური სვლებისათვის გრძელი ხაზების ბაფთით გაზომვა; აგრეთვე თეოდოლიტის კოგრი გამოიყენება ნაცმის გარეშე, როგორც მუდმივკუთხიანი დაფებიანი მანძილმომზომი მოკლე მანძილების გასაზომად, ე. ი. წვლილადების ასაგეგმავად. ხაზების გაზომვის ზემოხსენებული სიზუსტე მიღწეულია პარალაქსისა და დაფების სისქის გავლენის აცილებითა და დამრგვალების შემცირებით.

2. მანძილმომზომის კომპლექტი

- ა) თეოდოლიტ-ტახომეტრი TT—50 საცმით (მე-3 ნახაზი) 1 ც
- ბ) ბელიცინის საცმი (5 და მე-6 ნახაზი)
- გ) ბიპრიზმა (მე-4 ნახაზი)
- დ) ფარლიტიანი დიაფრაგმა ოკულარისათვის (4^ა ნახაზი) " "
- ე) სამანძილო ლარტყა სადგარითა და შტატივით (მე-8 ნახაზი) 2 ც,
- ვ) 20-მეტრიანი სკალიანი ბაფთა, თერმომეტრი, დინამომეტრი თითო ცალი.

3. თეოდოლიტის ჰოგარის გამზადება

თეოდოლიტ-ტახეომეტრი TT—50-ის ჰოგარიდან უნდა ამოვიღოთ ძაფთა ბადის ძვიდური და მის ადგილას ჩავსვათ ბიპრიზმა (ნახ. 4^ა, ხედი ოკულარის მხრიდან) ისე, რომ მისი თხელი გამყოფი წიბო 4 (პრიზმების შეერთების სიბრტყე) იყოს ზუსტად თარაზული (ნახ. 4^ბ). გამყოფი წიბოს დაყენება და დამაგრება სრულდება ძაფთა ბადის შემასწორებელი და ოკულარის მუხლის დამამაგრებელი ხრახნებით იმ დროს, როდესაც თარაზულად დაყენებულ ლარტყას ვუმიზნებთ ჰოგარს, ოპტიკური ბიპრიზმა არის ტოლფერდა; ფერდებს



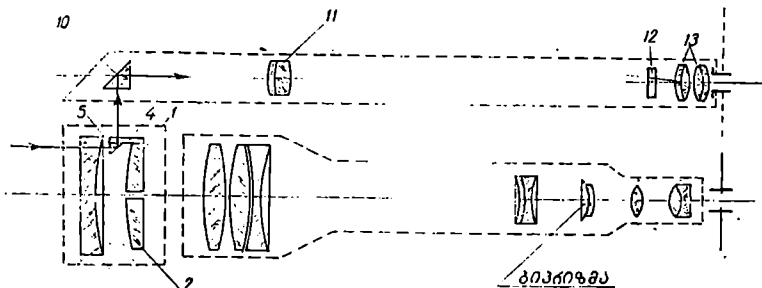
ნახ. 7.3.3.4.

შორის კუთხე $\alpha = 170^\circ 40'$. γ გარდამტეხი, ანუ ბიპრიზმის ფუძესთან მდებარე, თითო კუთხე უდრის $4^\circ 40'$. ბიპრიზმის გამყოფი წიბოს ზემოთ და ქვემოთ დაშტრახულია ურთიერთმართობული ერთი შევეული 1 და სამი თარაზული (2, 3) ძაფი. ეს შტრახები ჰოგარის ძაფთა ბადის მაგიერია, ე. ი. ჰოგარი გამოიყენება როგორც თარაზული და დახრის კუთხეების გასაზომად, აგრეთვე ძაფებიან მანძილმზომადაც წვლილადების აგეგმვის დროს საცმის გამოყენების გარეშე ისე, რომ საცმი შეიძლება ჰოგარიდან მოიხსნას ან არ მოიხსნას. საცმთან ერთად ბიპრიზმა ასრულებს ორი (მე-4 გამყოფი წიბოდან ქვედა და ზედა) ეკრანის როლს (ნახ. 4). გარდა ბიპრიზმისა, ჰოგარზე ჩაეხრახნება ოკულარის თვალის ლინზის მხრიდან ფარლიატიანი დიაფრაგმა (ნახ. 4^ბ) ისე, რომ ფარლიატი (საჭვრეტი) თარაზულად იყოს. ეს დიაფრაგმა შთანთქავს ბიპრიზმის მიერ გამოწვეულ გვერდით გამოსახულებებს და ლარტყა დაიმიზრება მკაფაოდ.

4. ჰოგარზე საცმის დამაგრება, მისი დანიშნულება და შემოწმება

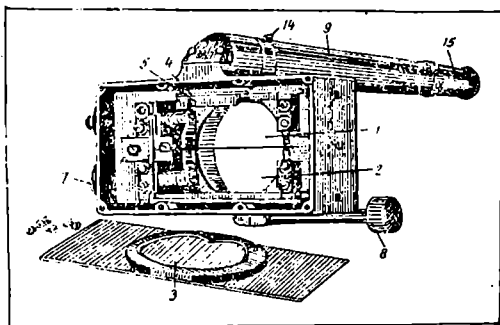
ჰოგარის ობიექტივს მორაგებენ საცმს სალტით და ამაგრებენ მომჭერ-ხრახნით 8 (ნახ. 3 და 6). საცმში, როგორც ჩარჩოში (ნახ. 5 და 6) ჩაყენებულ-

ლია ორი ბრტყელგამოზნეკილი ნახევარლინზები 1 და 2 და ერთი ბრტყელ-შეზნეკილი ლინზა 3; ნახევარლინზები 1 და 2 კომპენსატორებია, ანუ პარალაქსური კუთხის გამოზომი ლინზებია. ეს ლინზები ერთად წარმოადგენს ბრტყელ-



ნახ. 7.3.3.5.

ამოზნეკილ დადებით ლინზას, რომლის მთავარი საფოკუსო მანძილი უდრის + 4125,3 მმ. ზედა ნახევარლინზაზე 1 მიმაგრებულია სამანძილო სკალა 4, რომელზედაც იზომება პარალაქსური კუთხის შესაბამისი რკალის მომჭიმავი ქორდა კუთხურ ერთეულებში. ამიტომ ზედა ნახევარლინზას, რომელიც ჭოგრის ღერძის მართობულად და თარაზულად მოძრაობს ხრახნის 6 საშუალებით (ნახ. 3 და 6), ინარჩუნებს რა ჭოგრის ღერძისადმი მართობულობას, ეწოდება გამოზომი კომპენსატორი. ქვედანახევარლინზით 2, ისევე როგორც არაგანმეო-



ნახ. 7.3.3.6.

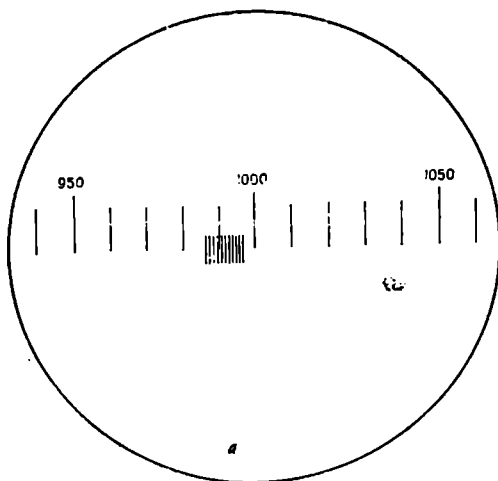
რებითი თეოდოლიტის ლიმბით, ხდება საწყის მდგომარეობაში სასურველ ანათვალზე დაყენება ხრახნის 7 საშუალებით. ამიტომ ქვედა ლინზას უწოდებენ დამყენებელ კომპენსატორს. ამ ნახევარლინზების (კომპენსატორების) გამო ჭოგრის მთავარი ეკვივალენტური საფოკუსო მანძილი იზრდება 4125,3 მმ-ათ, ამიტომ ლინზა 3 არის ბრტყელშეზნეკილი—4125,3 მმ მთავარი საფოკუსო მანძილით და დამზადებულია იმავე მასალისაგან, რომლისგანაც 1 და მე-2 ნახე-

ვარლიზებია დამზადებული. ჰოგრის ოპტიკურ სისტემაზე ამ ლინზების ერთობლივი გავლენა ნულია, ანუ ამ სამი ლინზით ხდება ოპტიკური კომპენსაცია ჰოგრში. აღნიშნულის გარდა ლინზა 3 იცავს სისტემას მტერისა და დაზიანებისაგან. კომპენსატორების 1 და 2 ჰოგრის სამიზნებელი ლერძის მართობულად ურთიერთ მაქსიმალური გადაადგილება შეიძლება 21 მმ-ით, ე. ი. სამანძილო (4) სკალის (ნახ. 5 და 6) სიგრძე მოჰმიავს რკალს, რომლის შესაბამისი კუთხე გამოითვლება ფორმულით:

$$\beta = \frac{21}{4125,3} \cdot 206265'' = 1050'', \quad (7.3.3.17)$$

სადაც β მაქსიმალური პარალაქსური კუთხეა.

სკალა 4 დაყოფილია 105 ნაწილად, ე. ი. თითო დანაყოფს შეესაბამება 10. ყოველი მეხუთე დანაყოფი წარწერილია შესაბამის რიცხვით სეკუნდებში



ნახ. 7.3.3.7.

(ნახ. 7). იმისათვის, რომ სამანძილო სკალის 4 გამოსახულება მიღებულ იქნეს საცემის მიკროსკოპის მილში 9, სკალა 4 ნათდება პრიზმის 5 საშუალებით, რომელიც სკალასთან ერთად მიმავრებელია ზედა კომპენსატორზე; სკალიდან 4 გამოსული სხივები (რადგანაც სკალა მინის ფირფიტაზეა დანიშნული) შებრუნდება მიკროსკოპის მილში ჩასმულ პრიზმაში 10 და მიიმართება მიკროსკოპის ობიექტივში 11. სამანძილო სკალის გამოსახულებას, მიღებულს მიკროსკოპის ოკულარის ფოკალურ მანძილზე, ავითვლით მიკროსკოპის სკალით 12 (ნახ. 5 და 6), რომელიც დაშტრიხულია მინის თხელ ფირფიტაზე; მისი სიგრძე ტოლია სკალის 4 ერთი დანაყოფისა და დაყოფილია ათ ნაწილად; ე. ი. თითო დანაყოფის საფასური უდრის 1"-ს. კარგ პირობებში ამ სკალის საშუალებით, ანათელის აღება შეიძლება 0",2 შეცდომით. მიკროსკოპის მხედველობის არე

და ანათვალის ნაჩვენებია (7) ნახაზზე. ანათვლის სამანძილო სკალაზე არის 990", ხოლო 6",5—მიკროსკოპის სკალაზე. სულ არის 996",5.

შე მოწმებთ: სამუშაოს დაწყებამდე საჭიროა საცმის შემოწმება, რაც შემდეგში მდგომარეობს:

1. მიკროსკოპის სკალა 12 უნდა ჩანდეს მკაფიოდ (ნახ. 5). ამის მიღწევა შეიძლება (ისევე, როგორც კოგრში) მიკროსკოპის ოქულარის ლინზის 13 შეწყვეტ-გამოწვევით, ვიდრე ეს სკალა მკაფიოდ არ გამოჩნდება;

2. სამანძილო სკალის 4 დანაყოფი უნდა ჩანდეს მკაფიოდ და ადგილი არ უნდა ჰქონდეს პარალაქსს, ე. ი. სამანძილო სკალის 4 გამოსახულების სიბრტყე უნდა ემთხვეოდეს მიკროსკოპის სკალის 12 სიბრტყეს. ამისათვის მოვეუშვებო შიგა მილაკის დამკერ ხრახნს 14 (ნახ. 6) და მისივე საშუალებით გადავადგილებთ შიგა მილს, ვიდრე სკალის 4 გამოსახულება მკაფიოდ არ გამოჩნდება.

3. სამანძილო სკალის 4 შტრიხები უნდა მდებარეობდეს მიკროსკოპის სკალის 12 შტრიხების პარალელურად. ამისათვის მიკროსკოპის მილაკს 15 (ნახ. 6) ვაბრუნებთ თავისი ღერძის ირგვლივ მიკროსკოპის ობიექტივის მუხლში;

4. მიკროსკოპის სკალის 12 მთელი სიგრძე ზუსტად უნდა უდრიდეს სამანძილო სკალის 4 ყოველი დანაყოფის სიგრძეს. მოწმდება სკალების თანდათანობითი უშუალო შედარებით. ეს პირობა თუ დაცული არაა, ამ ნაკლის გასწორება მხოლოდ სახელოსნოს შეუძლია.

5. საცმისათვის საჭირო სამანძილო ლარტყა და მისი შემოწმება

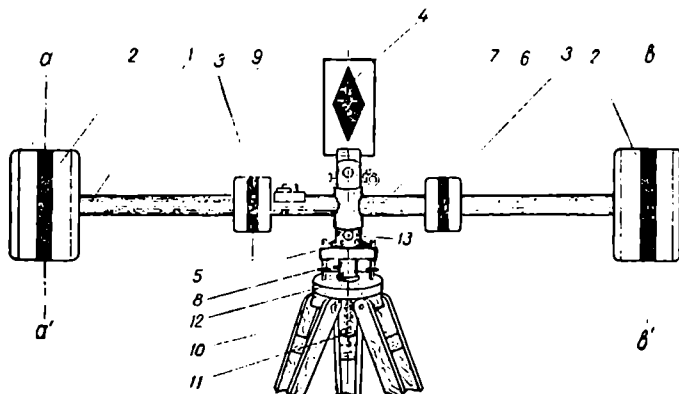
სამანძილო ლარტყა (ნახ. 8) წარმოადგენს ღერალუმინის მილს 1, რომელზედაც მიმაგრებულია სწორკუთხედის სახის ლითონის ოთხი ფირფიტა 2 და 3. ამ ფირფიტებზე დატანილია ვერტიკალური შავი ფერის ზოლები. ზოლებს უწოდებენ მარკებს. განაპირა მარკების 2 *aa'* და *bb'* სიმეტრიის ღერძებს შორის მანძილი უდრის 1018 მმ და გამოიყენება 200—1000 მეტრამდე ზანების გასაზომად. შიგა მარკებს 3 შორის მანძილი უდრის 400 მმ-ს და მათი საშუალებით შეიძლება გაიზომოს 80—200 მეტრამდე მანძილი. ლარტყის შუადგილას მაგრდება ლითონის, სწორკუთხედის სახის ფირფიტა 4, რომელზეც გამოსახულია რომბი. მისი დიდი დიაგონალი ვერტიკალურია და ეს მარკა გამოიყენება თეოდოლიტით თარაზული კუთხეების გასაზომად. შტატივის 10 სადგარზე 12, სამაგრი (ხერხემალა) ხრახნით 11 დამაგრებულია ზედადგარი 5. რომელსაც აქვს სამი დამყენებელი ხრახნი 8. ამ ზედადგარზე ხრახნის 13 საშუალებით შეიძლება დამაგრება როგორც თეოდოლიტის, ისე ლარტყის. ლარტყაზე დამაგრებულია სფერული თარაზო 9 (ლარტყის თარაზულად დასაყენებლად) და მცირე ზომის კოვრი 7 (გასაზომი ხაზისადმი ლარტყის მართობულად დასაყენებლად).

შე მოწმებთ: სამუშაოს დაწყებამდე საჭიროა შემოწმდეს ლარტყა შემდეგე პირობების დაკმაყოფილებისათვის:

1. სფერული თარაზოს 9 ღერძი უნდა იყოს პარალაქსური ზედადგარის ღერძისა 5. ეს შემოწმება სრულდება (ისევე როგორც თეოდოლიტში) ლარტყის ორი დამყენებელი ხრახნის გასწვრივ 180°-მდე ბრუნვით. შესწორება ხდება თარაზოს შემასწორებელი ხრახნებით;

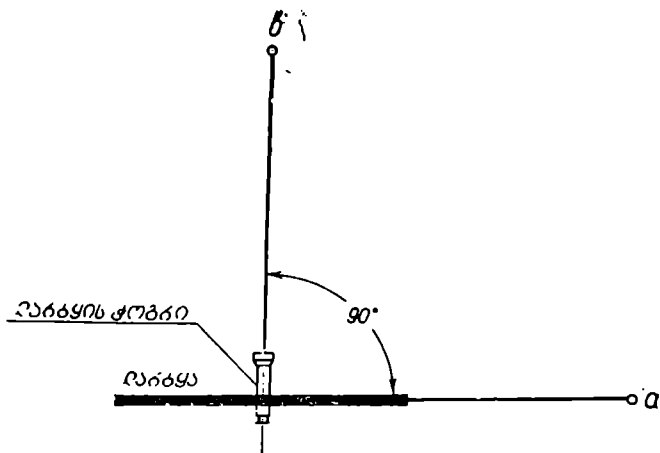
2. ლარტყის ღერძი უნდა აქნეს პერპენდიკულარული ზესადგარის ღერძისა;

3. ლარტყის შუა 4 მარკის ვერტიკალური ღერძი უნდა ემთხვეოდეს ზესადგარის ღერძს.



ნახ. 7.3.3.8.

მეორე და მესამე შემოწმება ხდება თანადროულად. ლარტყიდან 35—40 მეტრის მანძილზე იდგმება შემოწმებული თეოდოლიტი, რომლის ჰოგარს



ნახ. 7.3.3.9.

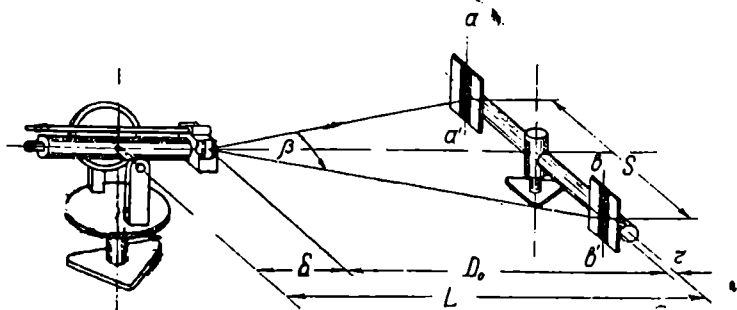
მივმართავთ ლარტყისაკენ. ლარტყის სფერულ თარაზოს 9 ბუშტულას მოვიყვანთ შუაში დამყენებელი ხრახნების საშუალებით და ლარტყის ჰოგარის 7 შვეულ ძაფს დაუემიზნებთ თეოდოლიტის ჰოგარის ობიექტივს. შემდეგ ლარ-

ტყის შტატივის სამაგრი ხრახნის კაუჭზე ჩამოვკიდებთ შვეულს. თუ თეოდოლიტის ჭოგრით შევძლებთ ლარტყაზე დამიზნებას ისე, რომ ჭოგრის თარაზული ძაფი მთლიანად გაჰყვას ლარტყის მილის მსახველს 6 და აგრეთვე მისი შვეული ძაფი დაემთხვა შუა 4 მარკის შვეულ დიაგონალსა და ჩამოკიდებულ შვეულს, პირობა შესრულებულად ჩაითვლება, წინააღმდეგ შემთხვევაში სათანადო შესწორება ხდება სახელოსნოში.

ლარტყის 4 ჭოგრის სამიზნებელი ღერძი მართობი უნდა იქნეს ლარტყის მილის ღერძისა. ამისათვის შემოწმებული თეოდოლიტით ააგებენ ადგილზე 90° კუთხეს და კუთხის წვეროდან დაახლოებით $80-100$ მეტრზე მის ორივე გვერდის ბოლოში დააყენებენ სარებს (ნახ. 9). შემდეგ დაცენტრავენ ლარტყის შტატივს კუთხის წვეროზე და ლარტყის მოძრაობით მარკებს უმიზნებენ a სარს; ამ დროს ლარტყის ჭოგრის შვეული უნდა ემთხვეოდეს b სარს. თუ ეს პირობა დაცული არაა, ჭოგრს გადაადგილებენ ლარტყაზე მისამაგრებელი ხრახნებით. საბოლოოდ შესწორება სრულდება ლარტყის ჭოგრის ძაფთა ბადის შემასწორებელი ხრახნების საშუალებით. ამჟამად ამზადებენ ისეთ ლარტყებს, რომლებზედაც მიმაგრებულია თერმომეტრი სკალით— 30° -დან $+45^\circ$ -მდე.

6. მანძილის განსაზღვრის ფორმულა

მანძილის გასაზომად თეოდოლიტ-ტახეომეტრსა და ლარტყას ცენტრავთ გასაზომი ხაზის თავსა და ბოლოში. ლარტყას ვაყენებთ თარაზულად და მის მცირე ჭოგრს ვუმიზნებთ თეოდოლიტის ობიექტივს (ნახ. 10).



ნახ. 7.3.3.10.

გამოვიყენოთ აღნიშვნები:

S — არის მანძილი განაპირა $a-a'$ და $b-b'$ მარკებს შორის;

β — პარალაქსური კუთხე, რომლის წვერო საცმის დადებითი ნახევარლიწების 1 და 2 წინა მთავარ წერტილს, ანუ მთავარ ოპტიკურ ცენტრს, ემთხვევა;

L — მანძილი თეოდოლიტის ღერძსა და ლარტყის მილის ღერძს შორის;

D_0 — მანძილი პარალაქსური კუთხის წვეროსა და ლარტყის მარკების სიმრტყეს შორის;

—მანძილი თეოდოლიტის მთავარ ღერძსა და პარალაქსური კუთხის წვეროს შორის (დაახლოებით 11 სანტიმეტრია);

r —მანძილი ლარტყის მარკების სიბრტყესა და ლარტყის მილის ღერძს შორის (დაახლოებით 2 სანტიმეტრია).

(10) ნახაზიდან ჩანს, რომ მანძილი თეოდოლიტის მთავარ ღერძსა და ლარტყის ღერძს შორის:

$$L = D_0 + \delta + r.$$

ამ ფორმულაში (გამოყენებული თეოდოლიტისა და ლარტყისათვის) $\delta + r$ არის მუდმივი, აღენიშნოთ იგი ϵ -თი, ე. ი.

$$\delta + r = \epsilon,$$

მაშინ

$$L = D_0 + \epsilon. \quad (7.3.3.18)$$

β კუთხის სიმციროს გამო შეგვიძლია დავწეროთ:

$$S = \frac{\beta''}{\rho''} D_0,$$

საიდანაც

$$D_0 = \frac{\rho''}{\beta''} \cdot S. \quad (7.3.3.19)$$

აქ $\rho'' = 206265''$,

(19) ფორმულიდან D_0 -ის მნიშვნელობა შევიტანოთ (18) ფორმულაში. მივიღებთ:

$$L = \frac{\rho''}{\beta''} S + \epsilon. \quad (7.3.3.20)$$

ვინაიდან პარალაქსური კუთხე იზომება შესაბამისი ქორდით (და არა სანანდო რკალით), ამიტომ საჭიროა β გადავამრავლოთ შემასწორებელ კოეფიციენტზე, რომელსაც აღენიშნავთ k -თი. ამის გამო (20) ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$L = \frac{\rho''}{\beta'' k} S + \epsilon. \quad (7.3.3.21)$$

ამ ტოლობაში $\frac{\rho''}{k} S$ მუდმივი სიდიდეა და თუ მას K -თი აღენიშნავთ, მივიღებთ:

$$L = \frac{K}{\beta''} + \epsilon = L' + \epsilon. \quad (7.3.3.22)$$

K -ს ეწოდება მანძილზომის კოეფიციენტი და მისი სიდიდე საჭიროა განისაზღვროს სამუშაოს დაწყებამდე.

(22) ფორმულაში საჭიროა შეტანილ იქნეს შესწორება ტემპერატურის ცვალებადობით მანძილო ლარტყის სიგრძის შეცვლისა და ჰოგრის სამიზნე-ბელი ღერძის დახრისათვის.

პირველი შესწორება გამოითვლება ფორმულით:

$$\varepsilon_1 = \alpha(t - t_0) \frac{K}{\beta''} = \alpha(t - t_0) L', \quad (7.3.3.23)$$

სადაც ε_1 არის შესწორება ტემპერატურისათვის;

$\alpha = 0,000022 = 22 \cdot 10^{-6}$ — ღურალუმინის ტემპერატურული გაფართოების კოეფიციენტი;

t — ტემპერატურა ხაზის გაზომვის დროს;

t_0 — საშუალო ტემპერატურა α კოეფიციენტის განსაზღვრის დროს.

ε_1 მნიშვნელობები $(t - t_0)$ და L' -სათვის გამოთვლილია (3) ცხრალ-წი, რომლითაც შეიძლება ვისარგებლოთ წარმოებაში.

ტემპერატურული შესწორების ნიშანი იგივე უნდა მივიღოთ, რაც ექნება $t - t_0$ სხვაობას. ეს შესწორება შეიტანება გაზომილი მანძილის ოდენობაში მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა $(t - t_0) > |10^\circ|$ -ზე მეორე შესწორება, ე. ი. ჰოგრის სამიზნეზელი ღერძის დახრისათვის შესწორება, გამოითვლება ფორმულით:

$$\varepsilon_2 = 2L \sin^2 \frac{\gamma}{2}, \quad (7.3.3.24)$$

სადაც ε_2 არის შესწორება ჰოგრის სამიზნეზელი ღერძის დახრისათვის;

γ — ჰოგრის სამიზნეზელი ღერძის დახრის კუთხე, გაზომილი თეოდოლიტის შვეული წრედით.

თარაზული მანძილის გამოსათვლელი ფორმულის საბოლოო სახე იქნება:

$$L_0 = \frac{K}{\beta''} + \varepsilon + \varepsilon_1 - \varepsilon_2 \quad (7.3.3.25)$$

უგულებელსაყოფი შეცდომის დაშვებით; (22) ფორმულიდან დავტოვებთ მთავარ წევრს

$$L = \frac{K}{\beta''} \quad (7.3.3.26)$$

და K კოეფიციენტს განვიხილავთ β -სთან შედარებით მაღალი სიზუსტით განსაზღვრულად, ანუ მივიღებთ როგორც მუდმივს, რის შემდეგ დავადგენთ დამოკიდებულებას m_L და m_β საშუალო კვადრატულ შეცდომებს შორის. β -ს განსაზღვრის შეცდომის გამო L სიგრძის განსაზღვრაში შეცდომა, ანუ L -ის დიფერენციალი β -თი, იქნება:

$$\Delta L' = \frac{\partial L}{\partial \beta} \Delta \beta,$$

მაგრამ

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} = - \frac{K}{(\beta'')^2} = - \frac{L}{\beta''},$$

ე. ი.

$$\Delta L = - \frac{L}{\beta''} \Delta \beta,$$

ხოლო საშუალო კვადრატულ შეცდომაზე გადასვლით მივიღებთ:

$$m_L^2 = \left(-\frac{1}{\beta''} m_\beta \right)^2;$$

აქედან

$$\frac{m_L}{L} = \frac{m_\beta}{\beta''};$$

მაშასადამე,

$$m_\beta = \frac{m_L}{L} \beta'' \quad (7.3.3.27)$$

როგორც ვიცი, (22) ფორმულაში

$$K = \frac{\rho'' S}{K};$$

თუ სიმცირის გამო K -ს უგულებელვყოფთ, მივიღებთ $K = \rho'' \cdot S$, ხოლო (26) ტოლობიდან კი $K = L\beta''$, ე.ი.

$$K = L\beta'' = \rho'' \cdot S;$$

აქედან

$$\beta = \frac{K}{L} = \frac{S}{L} \rho'' \quad (7.3.3.28)$$

(27) და (28) ფორმულების საფუძველზე პ. შილოვის მიერ შედგენილია სხვადასხვა მანძილის შესაბამისი ორი ცხრილი¹.

(1) ცხრილი შედგენილია იმ შემთხვევისათვის, როცა $S = 1$ მ და ხაზის

გაზომვის მოთხოვნილი სიზუსტე $\frac{m_L}{L} = \frac{1}{1000}$.

ცხრილი 7.3.3.1-

L მ	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
β''	206,3	1081	688	516	412	344	295	258	229	206
m_β''	2,1	1,0	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2

მეორე ცხრილი კი შედგენილია იმ შემთხვევისათვის, როცა $S = 0,4$ მ და

$$\frac{m_L}{L} = \frac{1}{1000}.$$

ცხრილი 7.3.3.2-

L მ	50	80	100	200	300	400	500
β''	1650	1031	825	412	275	206	165
m_β''	1,6	1,0	0,8	0,4	0,3	0,2	0,16

¹ П. И. Шилов, Геодезия, 1956. გვ. 304.

(1) ცხრილიდან ჩანს, რომ როცა ლარტყა ერთმეტრიანია და ხაზის გაზომვისათვის მოთხოვნილია სიზუსტე 1 : 1000, მაშინ შეიძლება 200 მეტრზე ნაკლები სიგრძის ხაზის გაზომვა, რადგანაც ამ სიგრძეს $\beta_{max} = 1050''$ -ზე მეტი კუთხე შეესაბამება, ხოლო 700 მეტრზე მეტი სიგრძის ხაზის გაზომვისას β -ს განსაზღვრისათვის მოთხოვნილი სიზუსტე მეტად დიდია და მიუღწეველია ლინზების კომპენსატორების საშუალებით.

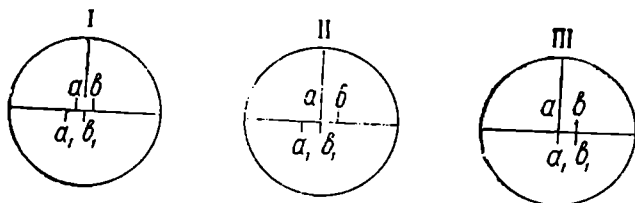
(2) ცხრილიდან ჩანს, რომ 80 მეტრზე ნაკლები სიგრძის ხაზები არ გაიზომება და აგრეთვე 300 მეტრზე მეტი სიგრძის ხაზების გაზომვისას β -ს განსაზღვრის მოთხოვნილი სიზუსტე მეტად დიდია და მიუღწეველი.

მაშასადამე, ბელიცინის მანძილზომით შეიძლება განისაზღვროს მანძილები 80—700 მეტრამდე იმ შემთხვევაში, როცა მოთხოვნილია ხაზების გაზომვის სიზუსტე არანაკლებ 1 : 1000-ისა. უფრო ნაკლები სიზუსტით შეიძლება 700 მეტრზე მეტი სიგრძის ხაზების გაზომვაც, მაგალითად, დიდი მარკებით—1000 მეტრამდე და მცირეთით—500 მეტრამდე.

7. პარალაქსური კუთხის განსაზღვრის წესები

წინა პარაგრაფებში აღწერილი წესის მიხედვით დავცენტრავთ თეოდოლიტსა და ლარტყას გასაზომი ხაზის თავსა და ბოლოში. პარალაქსური კუთხის

$$P=1$$



ნახ. 7.3-3.11.

გაზომვა შეიძლება რამდენიმე განმეორებითა და ილეთით. განვიხილოთ კუთხის გაზომვა სხვადასხვა რაოდენობის განმეორებით.

ერთი განმეორება, $P=1$; P არის განმეორებათა რიცხვი:

ა) მიკროსკოპში მზერისას გადაეწევეთ ზედა გამზომ კომპენსატორს ხრახნის 6 საშუალებით ისე, რომ მასზე დამაგრებული სამანძილო სკალის 4 ნულოვანი შტრიხი დადგეს მიკროსკოპის სკალის 12 ნულოვანი შტრიხის ახლოს (ნახ. 5 და 6);

ბ) თეოდოლიტის ქოგარს ვუმიზნებთ ლარტყას ისე, რომ ბიპრიზმის გამყოფი წიბო 4 ხედბოდეს ზუსტად ლარტყის მილს (ნახ. 4). როგორც ეიცით, ამით ლარტყის მარკები გაიყოფა და მათი გამოსახულება მიიღება ორმაგად a და b ზედა ეკრანებზე, და a_1 და b_1 ქვედაზე¹. მათი გადაადგა-

¹ იმ შემთხვევაში, როცა (1) და (2) კომპენსატორების ოპტიკური ღერძი დემოხვევა 3 ეარყოფით ღნზის ოპტიკურ ღერძს, მაშინ ლარტყაზე დამიზნებისას ქოგარში გამოჩნდება ლარტყის ერთი გამოსახულება, იხილეთ ნახაზი (11)—III.

ლება ხდება ურთიერთდამოუკიდებლად. მაგალითად, a და b გადაიწევა ქვე-
და დამყენებელი კომპენსატორის 7 ხრახნის 2 საშუალებით და a_1 და b_1 კი
ზედა გამზომი კომპენსატორის 1 ხრახნის 6 საშუალებით, აგრეთვე ჰოვარი ისე
უნდა დაეუმიზნოთ ლარტყას, რომ მარკების გამოსახულება გამოჩნდეს შვეუ-
ლი ძაფის მარცხნივ იმ ვარაუდით, რომ განმეორების დამთავრებისას მარკების
გამოსახულება მივიღოთ შვეული ძაფის მარჯვნივ პირველი გამოსახულების
სიმეტრიულად.

ვთქვათ, გამოსახულება მივიღეთ ისე, როგორც (11—1) ნახაზზეა; თეოლო-
ლიტის ჰოვარში მზერით ქვედა, ანუ დამყენებელ 2, კომპენსატორს ხრახნით 7 გა-
დავწევთ ისე. რომ a შეუთავსდეს b_1 -ს. ამ დროს მიკროსკოპით ვიღებთ n_1
ანათვალს;

გ) ჰოვარში მზერისას გამზომ კომპენსატორს 1 გადავწევთ მარჯვნივ
ხრახნით 6, ვიღრე a_1 და b_1 არ შეუთავსდება ზუსტად a და b , მიკროსკო-
პით ავიღებთ n_2 ანათვალს (ნახ. 11—III);

ღ) გამოვითვლით ერთი განმეორებით განსაზღვრულ კუთხეს

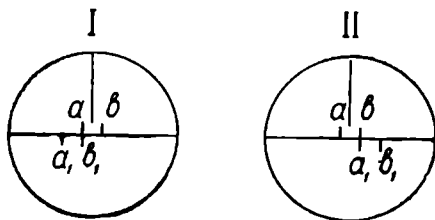
$$\beta = n_2 - n_1.$$

$$P=2$$

ორი განმეორების
($P=2$) შემთხვევაში (ნახ. 12):

ა) მოქმედება იგივეა, როგორც იყო $P=1$ შემ-
თხვევაში;

ბ) ჰოვარს ვუმიზნებთ
ლარტყას ისე, რომ მისი
მარკების გამოსახულება მი-
ვიღოთ შვეული ძაფიდან
მარცხნივ მოშორებით. გა-
დავწევთ ქვედა (დამყენე-
ბელ) კომპენსატორს ისე, რომ a შეუთავსდეს b_1 -ს. მიკროსკოპით ავიღებთ
 n_1 ანათვალს (ნახ. 12—I);



ნახ. 7.3.3.12.

გ) გამზომ კომპენსატორს გადავწევთ ისე, რომ a_1 შეუთავსდეს b -ს.
ავიღებთ n_2 (ნახ. 12—II) ანათვალს;

ღ) გამოვითვლით ორი განმეორებით განსაზღვრულ კუთხეს:

$$\beta = \frac{n_2 - n_1}{2}.$$

სამი განმეორების ($P=3$) შემთხვევაში (ნახ. 13).

ა) მოქმედება იგივეა, როგორც იყო ზემოთ;

ბ) ლარტყას ვუმიზნებთ ჰოვარს იმ ვარაუდით, რომ სამი განმეორების
დამთავრებისას მარკების განლაგება შვეული ძაფის სიმეტრიულად იყოს მარ-
ჯვნივ.

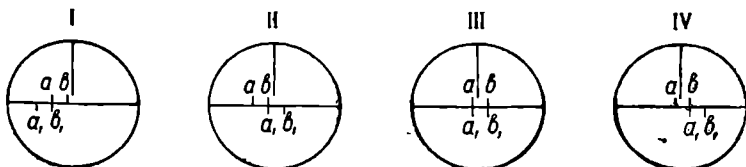
დამყენებელ კომპენსატორს ისე გადავწევთ, რომ a დაემთხვეს b_1 -ს.
ავიღებთ ანათვალს მიკროსკოპით, ვთქვათ, n_1 -ს (ნახ. 13—I);

გ) გამზომ კომპენსატორს გადავწევთ ისე, რომ a_1 შეუთავსდეს b -ს. ამით შესრულდება ორი განმეორება (ნახ. 13—II);

დ) შემდეგ დამყენებელ კომპენსატორს გადავწევთ ისე, რომ a შეუთავსდეს a_1 -ს და b კი b_1 -ს (ნახ. 13—III);

ე) გამზომ კომპენსატორს გადავწევთ მარჯვნივ ისე, რომ a_1 შეუთავსდეს b -ს. ავიღებთ ანათვალს მიკროსკოპით, ვთქვათ, n_2 -ს (ნახ. 13—IV).

$$P=3$$



ნახ. 7.3.3.13.

ვ) ვითვლით პარალაქსურ კუთხეს:

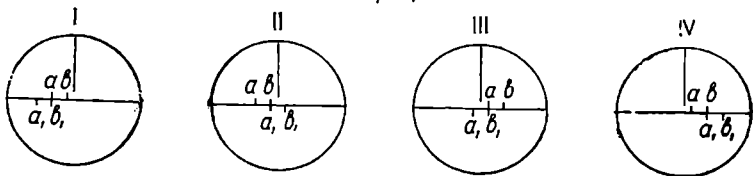
$$\beta = \frac{n_2 - n_1}{3}$$

ოთხი განმეორების ($P=4$) შემთხვევაში (ნახ. 14):

ა) მოქმედება იგივეა, რაც ზემოთ;

ბ) ჭოგრის ვუმიზნებთ ლარტყას ისე, რომ მარჯვების გამოსახულება მივიღოთ რაც შეიძლება მარცხნივ. სამ განმეორებასთან შედარებით. ვაყენებთ

$$P=4$$



ნახ. 7.3.3.14.

დამყენებელ კომპენსატორს a -ს b_1 -თან. ავიღებთ ანათვალს მიკროსკოპით, ვთქვათ, n_1 -ს (ნახ. 14—I);

გ) გადავწევთ გამზომ კომპენსატორს ისე, რომ ჭოგრში ჩანდეს a_1 -ის შეთავსება b -სთან. ეს ორი განმეორებაა (ნახ. 14—II);

დ) გადავწევთ დამყენებელ კომპენსატორს ისე, რომ ჭოგრში ჩანდეს a -ს შეთავსება b_1 -თან (ნახ. 14—III);

ე) გადავწევთ გამზომ კომპენსატორს ისე, რომ a_1 -ლი შეუთავსდეს b -ს. ეს იქნება ოთხი განმეორება. ავიღებთ მიკროსკოპის ანათვალს, ვთქვათ, n_2 -ს (ნახ. 14—IV);

ვ) ვითვლით პარალაქსურ კუთხეს:

$$\beta = \frac{n_2 - n_1}{4} .$$

როგორც ვხედავთ, განმეორებათა რიცხვის გაზრდით n_2 -ის სახით იზრდება პარალაქსური კუთხე 1050"-მდე. მხოლოდ საშუალო არითმეტიკული გვაძლევს კუთხის შედარებით ნამდვილ მნიშვნელობას, რისთვისაც გამოყენებულია ფორმულა

$$\beta = \frac{n_2 - n_1}{P} , \quad (7.3.3.29)$$

სადაც P —განმეორებათა რიცხვაა.

სამანძილო ლარტყის დიდ მარკებს შორის სიგრძისა (1018 მმ) და სამანძილო სკალის მაქსიმალურ პარალაქსური კუთხის (1050") შესაბამისად პარალაქსური კუთხეები იზომება:

200 მეტრიდან	400 მეტრამდე	მანძილისათვის ერთი განმეორებით;
400 "	600 "	" ორი "
600 "	800 "	" სამი "
800 "	1000 "	" ოთხი "

ოთხივე შემთხვევაში განმეორებათა შესრულების შედეგად მიღებული პარალაქსური კუთხის ოდენობა გამოდის 1050"-თან ახლოს.

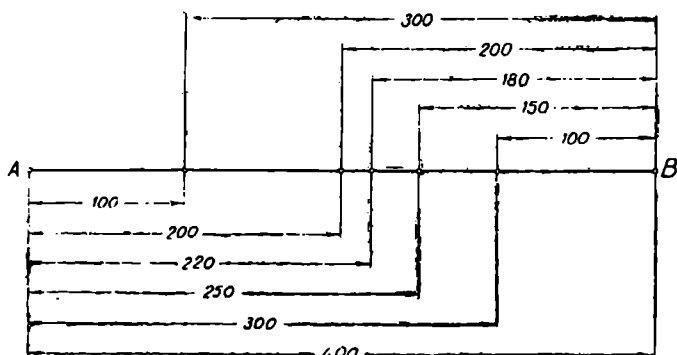
როგორც ვხედავთ, საჭირო განმეორებათა რაოდენობა გასაზომი მანძილის სიგრძის შესაბამისად იზრდება. იმისათვის, რომ დავადგინოთ, თუ რამდენი განმეორება საჭირო, უნდა განვსაზღვროთ საკონტროლო კუთხე. ეს კუთხე გვიჩვენებს დაახლოებით თუ რა სიგრძისაა გასაზომი მანძილი.

რამდენიც არ უნდა შესრულდეს განმეორებათა რაოდენობა, იგი ჩაითვლება ერთ ილეთად. ილეთების შესრულება საჭიროა არანაკლებ ოთხისა. ამავე დროს, როგორც ითქვა, პირველი ილეთის დაწყებისას საჭიროა ისე გადაიწიოს ზედა გამზომი კომპენსატორი ხრახნის 6 საშუალებით, რომ მასზედ დამაგრებული სამანძილო სკალის 4 ნულოვანი შტრიხი დადგეს მიკროსკოპის სკალის ნულოვანი 12 შტრიხის ახლოს. სისტემატური შეცდომის მოსპობის მიზნით მეორე ილეთი სჭობს დაეიწყეთ სამანძილო სკალის 1050" შტრიხის მიკროსკოპის ნულოვან შტრიხთან შეთავსებით და განმეორებები შესრულდება მარჯვნიდან მარცხნივ ზემოთ განხილული წესით, მხოლოდ π ანათვალი იქნება $n_1 - n_2$ -ის ტოლი. ამ დროს n_3 ანათვალი იქნება 0"-თან ახლოს. მე-11-ე ილეთი კი ისევე მარცხნიდან მარჯვნივ (მხოლოდ საწყისი ანათვალი იქნება 1 ილეთისაგან განსხვავებული) და ა. შ. ყოველივე ზემოთ აღნიშნული განმეორდება იმ შემთხვევაში, როდესაც საჭირო გახდება ლარტყის მცირე მარკების გამოყენება, ე. ი. 80—200-მეტრამდე ხაზების გაზომვის დროს.

8. მანძილმზომის კოეფიციენტის განსაზღვრა

სამანძილო კოეფიციენტის განსაზღვრა საჭიროა როგორც სამუშაოს დაწყებამდე, ისე სამუშაოს დამთავრების შემდეგ. დიდი სამუშაოს შესრულების პერიოდში საჭიროა დროგამოშვებით ამ კოეფიციენტის განსაზღვრა, მა-

გალითად, საშუალოდ ორ თვეში ერთხელ. კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის შევარჩევთ რაც შეიძლება ვაკე ადგილს, დაახლოებით არა უმეტეს 1°-სიი ღახრილს. ადგილი. რომელიმე წერტილიდან ერთი მიმართულებით გადაჯო- მავთ, რაც შეიძლება ზუსტად, ექვს მანძილს: 100, 200, 220, 250, 300 და 400 მეტრის ტოლს (ნახ. 15). წერტილები ისე უნდა იქნეს დამაგრებული, რომ სა- შუალება მოგვეცეს ყოველ წერტილზე ლარტყის დაცენტრისა, ადვილად ხდებოდეს ინტერვალების უშუალოდ გაზომვისას შტრიხების შეთავსება (სი- ზუსტით 1 მმ) და აგრეთვე სამუშაოს დამთავრებამდე აღნიშნული წერტილები მდგრადი უნდა იყოს. ზაზისის დამაგრების შემდეგ ინტერვალები გაიზომება



ნახ. 7.3-3.15.

კომპარირებული სკალიანი ბაფთით. ზაზის გაზომვა უნდა შესრულდეს ორჯერ — წინ და უკან $\frac{1}{5000}$ სიზუსტით. გაზომვის პროცესში საჭიროა ტემპერატურის გაზომვა და ბაფთის დაჭიმვა ერთნაირი ძალით (დინამომეტრით). 1°-ზე მეტი დახრის შემთხვევაში საჭიროა ინტერვალების პორიზონტზე დაყვანა გეომეტ- რიული ნიველოებით სიმალღეთა სხვაობების განსაზღვრით. ის პირი, რომელმაც მომავლისათვის უნდა იმუშაოს ბელიცინის საცმით, ცენტრავს თეოდოლიტს ზაზისის თავში (A წერტილში) და დამხმარეს დააცენტრინებს ლარტყას თან- მიმდევრობით 1, 2, 3, 4, მე-5 და B წერტილებში. ყოველ ჯერზე ერთი ან ორი განმეორებით და ექვსი ილეთით განსაზღვრავს პარალაქსურ კუთხეს (სქემა 1). შემდეგ დამკვირვებელი თეოდოლიტს გადაიტანს B წერტილში და შებრუნებული თანამიმდევრობით აწარმოებს პარალაქსურ კუთხის განსაზღ- ვრას.

როგორც ვხედავთ, ყოველი ინტერვალი (A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, და A-B) გაზომილია როგორც უშუალოდ ბაფთით, ისე მანძილზო- მით. აგრეთვე სამუშაო სჯობს უახლოვდებოდეს საველე პირობებს, ე. ი. კო- ეფიციენტის განსაზღვრის მასალა სჯობს დაგროვდეს დღის სხვადასხვა დროს ისე, რომ ლარტყა ნათლებოდეს სხვადასხვა მხრიდან. A-დან B-საკენ დაკვირ-

ვების მასალით განისაზღვრება K წინ და B -დან A -საკენ K უკან. შემდეგ კი გამოითვლება მათი საშუალო. მაგალითად.

ს ქ ე მ ა 7.3;3.1.

№	ინტერვალი	ბაფთით გაზომილი სიგრძეები, მეტრებში	პარალაქსუ- რი კუთხე, სეკუნდებში	№	ინტერვალი	ბაფთით გაზომილი სიგრძეები, მეტრებში	პარალაქსუ- რი კუთხე, სეკუნდებში
1	$A-1$	L_1	β_1	1	$B-5$	L_1'	β_1
2	$A-2$	L_2	β_2	2	$B-4$	L_2'	β_2
3	$A-3$	L_3	β_3	3	$B-3$	L_3'	β_3
4	$A-4$	L_4	β_4	4	$B-2$	L_4'	β_4
5	$A-5$	L_5	β_5	5	$B-1$	L_5'	β_5
6	$A-B$	L_0	β_6	6	$B-A$	L_0'	β_6

(1) სქემაში მოთავსებული მონაცემების (22) ფორმულაში შეტანით თანამიმ-
დევრობით გამოითვლება K კოეფიციენტები ფორმულით:

$$K_i = (L_i - \epsilon) \beta_i. \quad (7.3.3.30)$$

შემდეგ ამ გამონათვალთა საშუალებით განისაზღვრება K -ს უაღბა-
თესი ოდენობა K წინ:

$$K_{\Sigma 6} = \frac{K_1 + K_2 + K_3 + K_4 + K_5 + K_6}{6} \quad (7.3.3.31)$$

და K უკან:

$$K_{\Sigma 6} = \frac{K_1' + K_2' + K_3' + K_4' + K_5' + K_6'}{6} \quad (7.3.3.32)$$

საბოლოოდ მივიღებთ:

$$K = \frac{K_{\Sigma 6} + K_{\Sigma 6}'}{2} \quad (7.3.3.33)$$

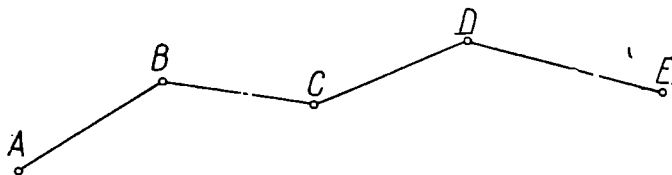
გამოთვლა უნდა შესრულდეს 0,1 სიზუსტით. კოეფიციენტის განსაზღ-
ვრისას შიგა (3) და განაპირა (2) მარკები გამოიყენება ექვს-ექვსჯერ. წინასწარ
შერჩეული ინტერვალები და მეთოდი საშუალებას გვაძლევს K კოეფიციენტი
განისაზღვროს რაც შეიძლება ტოლზუსტად.

0. მუშაობის წესი მანძილების გაზომვის დროს

სამანძილო საცემის საშუალებით ყოველი ხაზი იზომება ორჯერ—წინ და
უკან. ვთქვათ, თეოდოლიტი საცემით დაცენტრირია B წერტილში და A და
 C წერტილებში დაცენტრირია სამანძილო ლარტყები (ნახ. 16). საპირობისა-
მებრ პირველ რიგში უნდა განისაზღვროს თარაზული და დახრის კუთხეები
(სქემა 4). ამ კუთხეების გაზომვისას უნდა მოიხსნას საცემი. თუ საცემს არ
ეხსნით, მაშინ გამზომი ლინზის სრახნით 6 უნდა გადაადგილდეს სკალა 4 ისე,
რომ მიკროსკოპის სკალა 12 დაემთხვეს სკალის 4 525 ანათვალს. თარაზული
და დახრის კუთხის განსაზღვრის შემდეგ წინა და უკანა ლარტყაზე აითვლება
პარალაქსური კუთხეები არანაკლები შესაძლო რაოდენობის განმეორებით და

ითხი ილეთით. ილეთებს შორის განსხვავება დასაშვებია 1". ყოველივე ჩაიწერება საველე უურნალში (იხილეთ სქემა 2).

სქემაში იწერება ჰაერის ტემპერატურა, ამინდი, ლარტყის ნილულობა, ლარტყის განათებულობა, გამოსახულების რხევის დახასიათება. თუ გამოსა-



ნახ. 7.3.3.16.

ხულების რხევა მნიშვნელოვანია, მაშინ სამუშაო უნდა შეჩერდეს. B წერტილზე სამუშაოს დამთავრების შემდეგ გადავიტანთ თეოდოლიტს C წერტილში და B და D წერტილებში დაიცენტრება ლარტყები.

ცხრილი (7.3.3.3.)

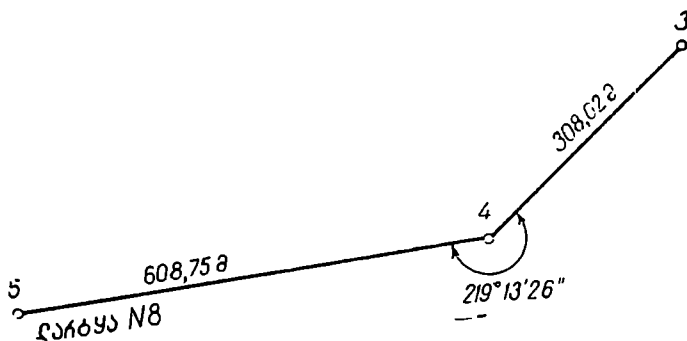
$$z_1 \text{ შესწორება (მილიმეტრებში)} \quad z_1 = \alpha(t - t_0) \frac{K}{\beta} = \alpha(t - t_0) L'$$

$t - t_0$	L' (მ)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
1	2	4	7	9	11	14	16	18	40	22	
2	4	9	14	18	22	27	32	36	60	45	
3	7	14	20	27	34	41	47	54	81	68	
4	9	18	27	36	46	54	63	72	111	90	
5	11	22	34	45	56	68	79	90	141	112	
6	14	27	40	54	68	81	94	108	168	135	
7	16	32	47	63	79	94	110	126	192	158	
8	18	36	54	72	90	108	125	144	216	180	
9	20	40	61	81	101	122	142	162	240	202	
10	22	45	68	90	112	135	158	180	270	225	
11	25	50	74	99	124	148	173	198	300	248	
12	27	54	81	108	135	162	189	216	324	270	
13	29	58	88	117	146	176	205	234	348	292	
14	32	63	94	126	158	189	220	252	360	315	
15	34	68	101	135	169	202	236	270	384	338	
16	36	72	108	144	180	216	252	288	408	360	
17	38	76	115	153	191	230	269	306	432	382	
18	40	81	122	162	202	243	284	324	456	405	
19	43	86	128	171	214	256	299	342	480	428	
20	45	90	135	180	225	270	315	360	504	450	

z_1 შესწორება სანტიმეტრამდე დამრგვალებით ამოიწერება.

მაგალითი. განისაზღვროს 4—3 და 4—5 ხაზის სიგრძე (ნახ. 17). რისთვისაც გამოვიყენოთ № 6 და №8 ლარტყები. აგრეთვე საჭიროა განისაზღვროს ამ ხაზებს შორის α კუთხე.

როგორც ვიცი, განვსაზღვრავთ: 1) ლარტყებისა და მანძილმზომის შე-
საბამის მუდმივებს (სქემა 2); 2) თარაზულ და დახრის კუთხეს (სქემა 3);



ნახ. 7.3.3.17.

3) β პარალაქსური კუთხეს (სქემა 4); 4) (25) ფორმულით განვსაზღვრავთ მან-
ძილებს.

1. მანძილმზომის კოეფიციენტის განსაზღვრა:
საეში N^1 ,

$$K = (L_0 - c)\beta,$$

სადაც L_0 არის ბაზისის ინტერვალის თარაზული სიგრძე,

c — მუდმივი შესაკრები (ტოლია 13,8 სმ),

β — პარალაქსური კუთხე.

სქემა 7.3.3.2.

განსა- ზღვრის თარიღი	ბაზისის ინტერვა- ლი L_0 (მ)	$L_0 - c$ (მ)	N ლარ- ტყის	განმეზ- ღვრის სიგრძე, მ	განმეორე- ბის რაოდე- ნობა (ρ)	$\beta = \frac{\mu}{\rho}$ სკალის დანაყოფებში	$K = (L_0 - c)\beta$
1	2	3	4	5	6	7	8
4—VII	99,994	89,856	8	14°,5	2	496,8	49609,5
	20,000	199,862	8	14,0	1	992,4	198343,0
	300,031	299,899	6	14,0	1	662,1	198559,2
	400,049	399,911	6	15,0	2	496,4	198515,8
5—VII	200,049	199,911	8	18,3	1	992,7	198451,6
	300,055	299,917	8	18,0	1	661,2	198305,1
	400,049	399,911	8	17,5	2	496,0	198355,9
	400,049	399,911	8	17,0	2	495,8	198275,9

1 სქემა 3, K კოეფიციენტის განსაზღვრისა და მანძილის გაზომვის მივლითი ამოღებუ-
ლი ბროშურთან: П. И. Дурнева, Дальномер системы В. А. Велицына, М., 1950.

1	2	3	4	5	6	7	8
16—VII	99,994 203,000 300,031 400,049	99,856 199,862 299,893 399,911	8 6 6 6	14,5 14,0 14,0 15,0	2 1 1 2	496,7 992,4 661,9 496,4	49598,5 19348,0 198499,2 198516,8

№ 6 ლარტყის განაპირა მარკებისათვის $K_{საა} = 198522,5$, როდესაც $t_0 = 14^{\circ},5$,
 № 8 " " " " $K_{საა} = 198345,8$ $t_0 = 16^{\circ},3$,
 № 8 მცირე შუა $K_{საა} = 49603,5$ $t_0 = 14^{\circ},5$.

2. თარაზული და დახრის კუთხის განსაზღვრა:

შვეული წრედის ნულადგილი = $2'30''$,
 იარაღის სიმაღლეა 1,20 მ,
 ლარტყის სიმაღლეა: № 6—1,15 მ.
 № 8—1,10 მ.

ილუბის №	ნახევარი ილუბი	საღვეურის სახელწოდება	ანათელები ვერნიერზე			ნახევარი ილუბით გამოთვლილი კუთხე	საშუალო კუთხე	ორი ილუბის საშუალო კუთხე
			I	II	სა-შუალო			

თარაზული კუთხე

I	R	3	0° 51' 00''	30'' 51' 15''	219° 13' 15''	219° 13' 15''	219° 13' 26''
		5	220° 04' 30''	30'' 04' 30''			
	L	3	180° 51' 00''	00'' 51' 00''			
II	L	3	40° 04' 30''	00'' 04' 15''	219° 13' 30''	219° 13' 38''	
		5	270° 38' 30''	30'' 38' 30''			
	R	3	129° 51' 30''	52'' 30' 52' 00''			
	5	90° 38' 30''	00'' 38' 15''	219° 13' 45''			
	5	309° 52' 00''	00'' 52' 00''				

დახრის კუთხე

L	3	359° 45' 30''	46' 00''	45' 45''	0° 16' 42''
R	3	0° 19' 00''	30''	19' 15''	
L	5	359° 56' 30''	30''	56' 30''	
R	5	0° 08' 00''	9' 00''	8' 30''	0° 08' 00''

3. პარალაქსური კუთხის განსაზღვრა: .თარიღი: 15 ივლისი, 1950 წ.

ტემპერატურა— $t = 19^{\circ},0$,

ამინდი—ცვალებადი მოღრუბლულობა.

ლარტყის ხილულობა—კარგი,

ლარტყის განათებულობა—ლარტყა ჩრდილში,

გამოსახულების რხევის დახასიათება—მშვიდი.

ხაზის №	№ ლარტყის (S) მარკებს შორის სიგრაძე, (P) განმეორებათა რაოდენობა	სიღრმეები	ანათვალ		n = n ₂ - n ₁ (სკალის დანაყოფები)	შენიშვნა	
			საწყისი n ₁	ბოლო n ₂			
4-3	№ 6 S=1 P=1	1	10,5	656,0	645,5	(მშენ.) ¹	
		2	40,5	635,0	644,5		
		3	82,9	726,9	644,6		
		4	102,1	746,9	644,8		
					საშ. 644,8 β=644,8		
4-5	№ 6 S=1 P=3	1	2,3	981,0	978,7		
		2	8,6	985,8	977,2		
		3	15,8	994,2	978,1		
		4	27,2	1004,0	976,8		
					საშ. 977,8 β=926,9		

4. მანძილების გამოთვლა

როგორც მიღებული შედეგებიდან ჩანს, (25) ფორმულაში ϵ_1 და ϵ_2 შესწორებების შეტანა საჭირო არაა მათი სიმციროს გამო. მაშასადამე,

$$4-3 \text{ ხაზის თარაზული სიგრძე უდრის } \frac{198522,5}{644,8} + 13,8 \text{ სმ} = 308,02 \text{ მ,}$$

$$4-5 \text{ } \frac{198345,8}{325,9} + 13,8 \text{ სმ} = 608,75 \text{ მ.}$$

ბ. ორმაგგამოსახულიანი მულტიპლაციური მანძილზომი ლარტყით ხაზის ბოლოში DH-02 (კმედი OTD)

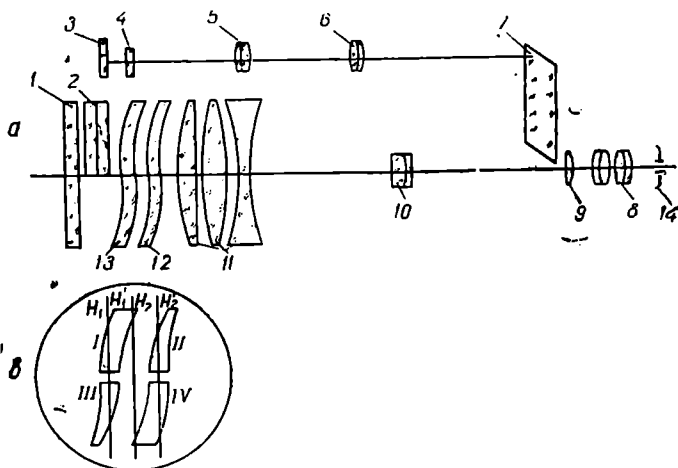
განხილადი მანძილზომი წარმოადგენს დამოუკიდებელ ინსტრუმენტს და მოკლედ უწოდებენ ოპტიკურ ტოპოგრაფიულ მანძილზომს. იგი ალტურვილია როგორც თარაზული, ისე ვერტიკალური ლარტყით. ამ მანძილზომში ცვალებადი პარალაქსური კუთხეების მოთხოვნილი მაღალი სიზუსტით გაზომვას აღწევენ მოძრავი ნახევარლინზებიანი კომპენსატორით.

მანძილზომში გამოყენებულია კომბინირებული მოწყობილობა, რომელიც საშუალებას იძლევა ზუსტად გავზომოთ დიდი (5200"-მდე) პარალაქსური კუთხეები. DH-02 მანძილზომს აქვს მხოლოდ ვერტიკალური წრედი, რომლის ლიზზე შეიძლება ავიღოთ ანათვალ $\pm 1'$ სიზუსტით.

მას იყენებენ თეოდოლიტურსა და აგრეთვე პოლიგონომეტრიულ სვლებში, სადაც მოთხოვნილი ფარდობითი საშუალო კვადრატული შეცდომა არ აღემატება 1 : 5 000. მისი საშუალებით იზომება 35—400 მეტრამდე მანძილები.

¹ საჭიროა საკონტროლო კუთხის აღება სამანძილო სკალაზე იმ შემთხვევაში, როცა განმეორებათა შესრულებისას ვეიხლება დაშენებული კომპენსატორის გადაადგილება ლარტყის ერთი სიგრძით (მარკებს შორის შესაბამი მანძილით).

აღნიშნული კომბინირებული მოწყობილობა შედგება მუდმივი აქრომატიული ოპტიკური სოლისაგან 2 და ნახევარლინზისაგან 13 და 12 შემდგარი კომპენსატორისაგან (ნახ. 18). სოლის 2 ვერტიკალური მოძრაობით შეიძლება რიგრიგობით დაიფაროს როგორც ერთი, ისე მეორე ნახევარი ჰოჯრის ობიექტი-



ნახ. 7.3.3.18.

ტივის თავისუფალი განხმულებისა და აგრეთვე კომპენსატორის მზომავი ნახევარლინზა 13 და დამხმარე ნახევარლინზა 12. აღნიშნული გადამრთველი სოლი 2 ხრის სხივებს $\beta = \Theta(\pi - 1)$ კუთხით, სადაც Θ არის შიხი გარდამტეხი კუთხე და π — გარდამტეხის მაჩვენებელი. მაშასადამე, საბოლოოდ გადამრთველი სოლი 2 მზომავ 13 და დამხმარე 12 ნახევარლინზებთან ერთად მოგვცემს β პარალაქსურ კუთხეს, რომელიც განისაზღვრება ფორმულით:

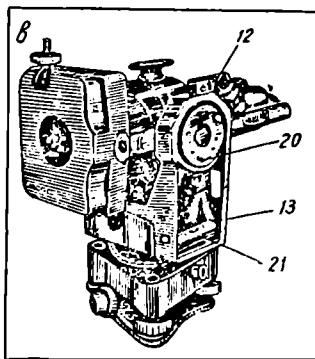
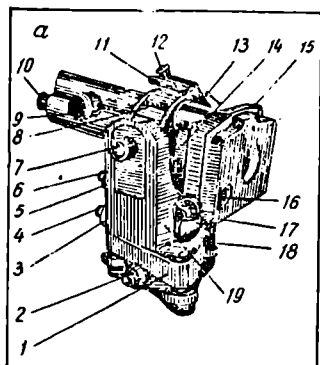
$$\beta = \beta_x + \beta_y, \quad (7.3.3.34)$$

სადაც β_x არის β პარალაქსური კუთხის მუდმივი ნაწილი, გაზომილი გადამრთველი სოლით 2;

β_y — პარალაქსური β კუთხის ცვალებადი ნაწილი, გაზომილი კომპენსატორით, რომლის ოდენობა შეიძლება იყოს \pm .

როგორც აღვნიშნეთ, კომპენსატორის თითოეული (13 და 12) კომპონენტი შედგება ორი ნახევარლინზისაგან (ნახ. 18^b): I და IV ნახევარლინზები არის მიღებული ჩაზნექილ-ამოზნექილი ლინზის შუაზე გაჭრის შედეგად, ხოლო II და III ნახევარლინზები კი მიღებულია ამოზნექილ-ჩაზნექილი ლინზის შუაზე გაჭრის შედეგად. დადებითი და უარყოფითი ლინზების მთავარი საფოკუსო მანძილების ოდენობების აბსოლუტური მნიშვნელობები ტოლებია, აგრეთვე კომპენსატორის, ანუ ლინზებს 13 და 12 შორის მანძილი შერჩეულია:

ისე, რომ პირველი (13) კომპონენტის უკანა მთავარი სიბრტყე შეთავსებულია მეორე კომპონენტის (12) წინა მთავარი სიბრტყისაღმძი. პირველი კომპონენტის 13 ლინზები მოთავსებულია საერთო ბუდეში და მათთან ზისტად არის მიმაგრებული მანძილშომის სკალა 4 (ნახ. 18^ა), რომლის საშუალებითაც იზომება პარალელსური β კუთხის მეორე, ცვალეზადი β_ა ნაწილი, რის გამო პირველ კომპონენტს 13 უწოდებენ კომპენსატორის მშომავე ნაწილს. სკალის 4 გამოსახულება იგება ობიექტივით 5, 6 პრიზმის 7 დაზმარებით ბიპრიზმის 9 სიბრტ-



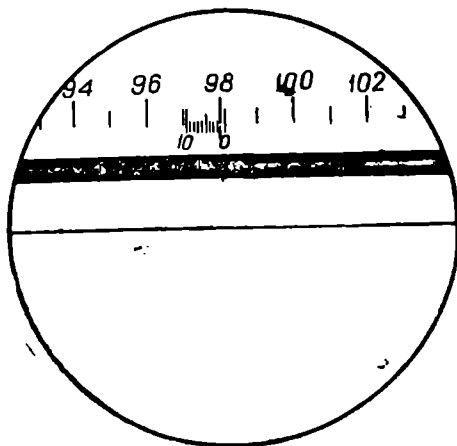
ნახ. 7.3.3.19.

ყეში (ნახ. 18^ა). მეორე კომპონენტის 12 ლინზები მოთავსებულია მეორე ჩარჩოში და შესაძლებლობას იძლევა გაზომვები ვაწარმოთ მანძილშომის სკალაზე 4. კომპენსატორის ასეთი აგებულების გამო მისი ერთ-ერთი კომპონენტის ჭოგრის სამიზნე ღერძის მართობულად და ლინზების ჭრილის პარალელურად გადაადგილებით ზდება საგნის გამოსახულების გაორება და მათი ძვრა (გადაადგილება) ურთიერთსაწინააღმდეგო მზარეზე. გადამრთველი ოპტიკური სოლა 2 მოთავსებულია ურიკაში (კარეტა), რომელიც ვერტიკალური მიმართულებით ადგილდება გადამრთველით 16 (ნახ. 19).

კომპენსატორისა და ამთვლელი მიკროსკოპის ოპტიკური ღეტალები დაცულია გარეშე გავლენისაგან შესაბამისი ბრტყელ-პარალელური ფირფიტებით 1 და 3 (ნახ. 18^ა). სამიზნე ჭოგრი შედგება: ობიექტივის სამი შეუწყებელი ლინზისაგან 11; მაფოკუსირებელი ლინზისაგან 10; ბიპრიზმისაგან 9 და ოკულარისაგან 8, რომელზეც მიმაგრებულია ფარლიტიანი დიაფრაგმა 14 (ნახ. 18^ა);

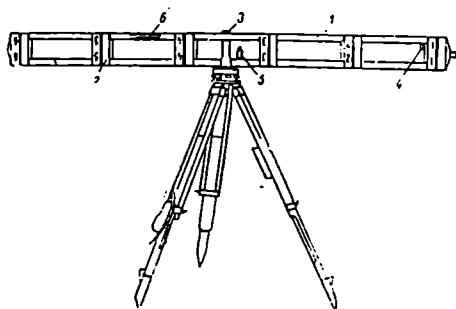
მანძილშომის სკალის 4 გამოსახულება შეტანილია სამიზნე ჭოგრის ოკულარის 8 მზედველობის არეში. ამთვლელი მიკროსკოპი შედგება: ბრტყელ-პარალელური ფირფიტებისაგან 3 და 4; ოკომპონენტიანი ობიექტივისაგან 5 და 6; პრიზმა 7, ბიპრიზმა 9 და ოკულარისაგან 8. ბიპრიზმის 9 ზემო წიბოზე დატანილია მიკროსკოპის სკალა მათი დანაყოფით, რომლის სიგრძე უდრის მანძილშომის სკალის 4 (ნახ. 18^ა) ერთი დანაყოფის სიგრძეს (ნახ. 20).

როგორც აღენიშნეთ, *DH-02* მანძილზომი წარმოადგენს დამოუკიდებელ ინსტრუმენტს (ნახ. 19). სვეტებზე 13, 19 და მანძილზომის ლერძზე მიმაგრებულია რგოლი 8, სადაც მოთავსებულია ერთიანად ჩამოსხმული მანძილზომის კორპუსი 14 (ნახ. 19^ა). კორპუსის წინა ნაწილში მოთავსებულია ლინზებიანი კომპენსატორი, მის შემდეგ სამიზნე ჯოგარის დეტალები, ხოლო



ნახ. 7.3.3.20.

ზემო ნაწილში—ამთვლელი მიკროსკოპის დეტალები. მანძილზომის კორპუსის 14 შებრუნება სამიზნე ჯოგარის ლერძის გარშემო 90°-ით შეიძლება რგოლის *A*



ნახ. 7.3.3.21.

საშუალებით და ამ მდგომარეობაში მაგრდება ფიქსატორით 7. რგოლის 8 ზემო ნაწილზე დამაგრებულია სამიზნე 11. მანძილზომი იდგმება ზედადგარზე 1 და მაგრდება ხრახნით 18. ზედადგარში მოწყობილია ოპტიკური შვეული 2, რომლითაც ხდება მანძილზომის დაცენტრირება ადგილის წერტილებზე. ერთ-ერთ სვეტზე 13 (ნახ. 19^ა) ჰორიზონტული ლერძის ბოლოში დამაგრებულია მინის

ვერტიკალური წრედი 20 დახრის კუთხეების გასაზომად, რომლის ლიშების საფასურია 10'. მის ლიშებზე $\pm 1'$ სიზუსტით ანათვლები აიღება ინდექსიანი მიკროსკოპით 12. სვეტის 13 შიგ დამაგრებულია ცილინდრული თარაზო

21, საფასურით 45", მიკრომეტრული ხრახნებით 3 და 5 შეიძლება მანძილზომის დამოზნება თარაზულ და შვეულ ლარტყაზე. ამ ხრახნების თანაღერძზე განლაგებულია შესაბამისი დამტკეცი ხრახნები 4 და 6 (ნახ. 19 *).

HD—02 მანძილზომის კომპლექსში შედის 2, 16 მეტრი სამანძილო ლარტყა, რომელიც შედგება დიურალუმინის მიღების ჩონჩხისაგან 1 (ნახ. 21). რომელზეც დამაგრებულია სათანადოდ ექვის მარკა 2. ყოველი მარკა წარმოადგენს ფირფიტას ყვითელ ფონზე შავი ზოლებით. მარკების შავ ზოლებს შორის მანძილი (ბაზისები) ლარტყის ერთ მხარეზეა 400 მმ, ხოლო მეორეზე 404 მმ. ე. ი. სიგრძით ურთიერთისაგან განსხვავდებიან 1%. ლარტყაზე დაყენებულია ორი სფერული თარაზო, ერთს 3 იყენებენ ლარტყის თარაზულად, ხოლო მეორეს 4—ვერტიკალურად დასაყენებლად. ლარტყის შუაში დაყენებულია სამიზნე 5. რათა ლარტყა დაეყენოთ გასაზომი ხაზის მართობულად. ლარტყის ჩონჩხზე დაყენებულია თერმომეტრი 6. ლარტყას ათავსებენ შტატივზე დაყენებულ ზედადგარში მანძილის გაზომვის დროს, ხოლო თეოდოლიტით თარაზული კუთხეების გაზომვის დროს მას იღებენ და მის ადგილას სვამენ სამიზნე მარკას.

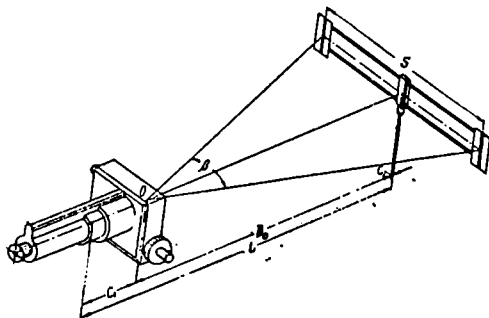
მანძილის განსაზღვრის ფორმულა

(22) ნახაზისა და ბელიცინის მანძილზომით მანძილის ფორმულის გამოყენების ანალოგიურად პარალაქსური კუთხის წვეროდან ლარტყის მარკების სიბრტყემდე მანძილი გამოითვლება ფორმულით:

$$D_0 = \frac{K}{\beta} \text{ მ}, \quad (7.3.3.35)$$

სადაც $K = \frac{SF_1}{\rho}$ არის პროპორციულობის კოეფიციენტი;

(34) ფორმულით $\beta = \beta_1 + \beta_2$ — პარალაქსური კუთხე, გამოსახული მანძილზომის სკალის დანაყოფებში და მის ნაწილებში.



ნახ. 7.3.3 22.

მანძილზომის ბრუნვის ვერტიკალური ღერძიდან ლარტყის დაყენების წერტილამდე სრული მანძილი

$$L = D_0 + e = \frac{K}{\beta} + e, \quad (7.3.3.36)$$

სადაც $e = e_1 + e_2 = 0,119$ მ,

16. ნ. თევზაძე

ქვედებული კი გამოითვლება ფორმულით:

$$L_0 = \frac{N \cdot \kappa}{\beta} + \epsilon - \epsilon_v + \epsilon_1, \quad (7.3.3.37)$$

სადაც N არის მანძილის გაზომვის დროს გამოყენებული მცირე ბაზისების რაოდენობა, რადგანაც K ისაზღვრება ერთი მცირე ბაზისათვის (ნახ. 21).
 ხაზის დახრილობისათვის შესწორება გამოითვლება ფორმულებით:
 პორიონტულად დაყენებული ლარტყისათვის

$$\epsilon_v = 2L \sin^2 \frac{\nu}{2}; \quad (7.3.3.38)$$

ვერტიკალურად დაყენებული ლარტყისათვის

$$\epsilon_v = L \cdot \sin^2 \nu, \quad (7.3.3.39)$$

სადაც ν არის სამიზნე ღერძის დახრის კუთხე. როცა ლარტყას ვუმიზნებთ მანძილმზომის სიმაღლეზე.

იმ შემთხვევაში, როცა დახრის ν კუთხე ნაკლებია 10° -ზე, მაშინ კუთხის გაზომვის შეცდომა დასაშვებია $\pm 1'$ სიზუსტით, ხოლო დიდი დახრის შემთხვევაში იგი გაზომილი უნდა იქნეს თეოდოლიტით $\pm 20''$ სიზუსტით.

ტ ე მ პ ე რ ა ტ უ რ უ ლ ი შ ე ს წ ო რ ე ბ ა გ ა ნ ი ს ა ზ ღ ვ რ ე ბ ა
 ფ ო რ მ უ ლ ი თ:

$$\epsilon_t = L_0 \left[0,000016(t-t_0) + \frac{\beta_1 0,000007(t-t_0)}{\beta} \right], \quad (7.3.3.40)$$

სადაც L_0 არის გაზომილი დახრილი მანძილი;

t — მანძილის გაზომვის დროს ტემპერატურა;

t_0 — ტემპერატურა K კოეფიციენტისა და β_1 კუთხის გაზომვის დროს.

მანძილების გაზომვის დროს ტემპერატურა უნდა გაიზომოს $\pm 3^\circ C$ შეცდომის დაშვებით. ϵ_t საზღვრავენ ინსტრუმენტზე დართული ცხრილის გამოყენებით.

ბ ე კ უ თ ხ ი ს გ ა ნ ს ა ზ ღ ვ რ ა

გადამრთველი სოლის β პარალაქსური კუთხის მუდმივი ნაწილის β_1 კუთხის ოდენობა, რომელიც გამოსახება მანძილმზომის სკალის დანაყოფებში და მის ნაწილებში, შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი პრინციპით:

ერთ და იმავე D_0 მანძილს განვსაზღვრავთ (35) ფორმულის გამოყენებით, რისთვისაც გავზომავთ β_{u_1} და β_{u_2} , შესაბამისად, N_1 და N_2 რაოდენობის მცირე ბაზისების გამოყენებით. ცხადია, დაცული უნდა იყოს პირობა:

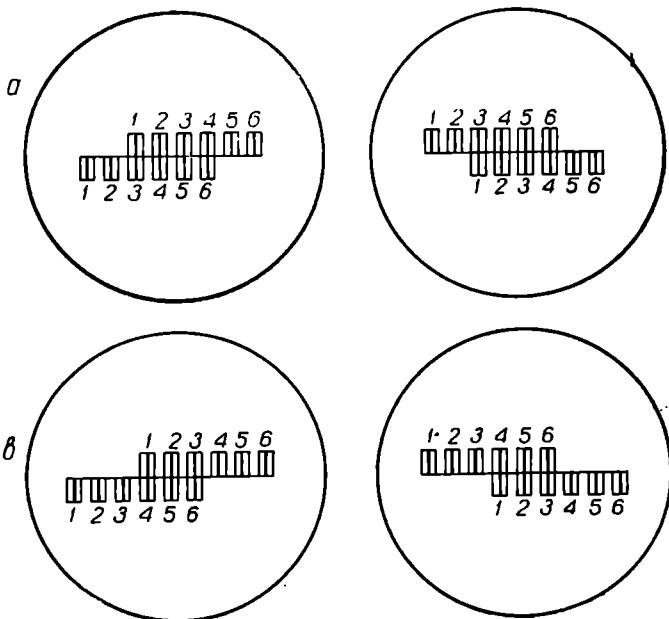
$$D_0 = \frac{N_1 \cdot K}{\beta_1 + \beta_{u_1}} = \frac{N_2 \cdot K}{\beta_1 + \beta_{u_2}},$$

საიდახაც განისაზღვრება β კუთხის მუდმივი ნაწილი

$$\beta_k = \frac{N_1 \beta_{k_2} - N_2 \beta_{k_1}}{N_2 - N_1} \quad (7.3.3.41)$$

პრაქტიკულად β_k განსაზღვრისათვის ვიქცევით შემდეგნაირად:

1. ლარტყაზე მანძილზომის დამიზნების დროს (ნახ. 19ა), როცა გადამრთველი 16 ზემოთაა აწეული, ხრახნით 17 ურთიერთს შეეუთავსებთ მარკების



ნახ. 7.3.3.23.

ნახევარგამოსახულებებს (ნახ. 23ა), რომელთა შესაბამისი $N_1' = 2$, და ამ დროს ავიღებთ n_1 ანათვალს მანძილზომის სკალაზე (მაგალითად, (20) ნახაზის მიხედვით შებრუნებული ნონიუსის მსგავსად ანათვალის მანძილზომის სკალაზეა 98, ხოლო დამხმარე სკალაზე 0,05, ე. ი. $n = 98,05$). შემდეგ გადამრთველს 16 შეეპარუნებთ ქვემოთ, ერთმანეთს შეეუთავსებთ მარკების იმავე ნახევარგამოსახულებებს ხრახნით 17 (ნახ. 23ა), რომლის შესაბამისი $N_2'' = 2$ (შეთავსებული შტრიხების ნომრების სხვაობა 3—1), და ამ დროს ავიღებთ მანძილზომის სკალაზე n_2 ანათვალს, რის შემდეგ ვსაზღვრავთ β პარალაქსური კუთხის ცვალეზად β_{k_1} ნაწილს:

$$\beta_{k_1} = n_1 - n_2 \quad (a)$$

აღნიშვნა	დამხადების აღვლი	ბაზისის მდებარეობა	კონსტრუქცია	საცემის შიგა დამიტირი, მმ	ჰორიზონტული ბაზისის სიგრძე, მმ	ვერტიკალური ლარტყის სიგრძე, მ
ახალი ძველი						დანაყოფის საფასური, სმ

მუღმიეკუთხიანი ოპტიკუ-

$\frac{DH-04}{DD3}$	სსრკ	გასაზომი ხაზის ბოლოში	საცემი TT-5-ზე დიფერენციალური	46	—	$\frac{2,0}{2 \text{ და } 5}$
$\frac{DH-10}{DD-5}$			საცემი TOM-ზე	36	—	$\frac{1,5}{2 \text{ და } 5}$
$\frac{DH-05}{DAP-100}$			საცემი TT-5 და TT-4 ავტორედუქციული	46	—	$\frac{2,15}{2 \text{ და } 3}$
$\frac{DB-20}{DBI}$		ინსტრუმენტზე	დამოუკიდებელი ინსტრუმენტი		600	—
$\frac{DM}{—}$					900	—

მუღმიეგბაზისიანი ოპტიკუ-

$\frac{—}{DH5-2}$		გასაზომი ხაზის ბოლოში	საცემი TT-50-ზე	46	1018 და 400	
$\frac{DH-02}{OTD}$			დამოუკიდებელი ინსტრუმენტი	—	2000 (400·5)	$\frac{2,0}{5}$

2. იმავე მოქმედებებს ვიმეორებთ მცირე ბაზისების რაოდენობის შემთხვევაში, მაგალითად, (23*) ნახაზის მიხედვით $N_2' = 3$, ასევე $N_2'' = 3$ და მანძილზომის სკალაზე ანათვლები, შესაბამისად, იქნება n_1' და n_1'' , ე. ი.

$$p_{n_1} = n_1' - n_1''.$$

(b)

გამოყენების დიაპაზონის მანძილების მიხედვით, მ	სიზუსტე კორიზ. ლარტყ.	კოეფიციენ- ტი	100 მეტრზე შედომა კო- რიზონტულ ლარტყით, სმ.	ინსტრუმენ- ტის ან საც- მის წონა, კგ	წარტყის წონა, კგ	ფასი, მ
ლაბრის კუ- თხის მიხედ- ვით, გრად.	ვერტ. ლარტყ.		ვერტიკალ. ლარტყით, სმ			

რი მანძილშომები

$\frac{20-180}{\pm 30}$	$\frac{1:2500}{1:2000}$	100	$\frac{\pm 4}{\pm 5}$	0,17	4,8	245,0
$\frac{20-180}{\pm 30}$	$\frac{-}{1:1000}$	200	$\frac{-}{\pm 10}$	0,12	3,5	240,0
$\frac{10-200}{\pm 21}$	$\frac{-}{1:2000}$	100	$\frac{-}{\pm 5}$	0,06	2,0	-
$\frac{2-375}{\pm 20}$	$\frac{1:100}{1:200}$	100, 200 500	$\frac{1:100-1:200}{-}$	4,20	-	-
$\frac{2-60}{\pm 70}$	$\frac{1:100}{1:200}$	50, 100, 200, 500, 1000	$\frac{1:100-1:200}{-}$	8,0	-	-

რი მანძილშომები

$\frac{80-700}{-}$	$\frac{1:1000}{-}$		$\frac{\pm 10}{-}$	-	-	-
$\frac{40-400}{\pm 30}$	$\frac{1:5000}{1:3000}$	-	$\frac{\pm 2}{\pm 3}$	3,20	3,2	-

3. ბოლოს (ა), (ბ) ტოლობებით განსაზღვრულ β_{u_1} , β_{u_2} და N_1 , N_2 (განხილად შემთხვევაში $N_1=2$, $N_2=3$) ოდენობებს შევიტანთ (41) ფორ-
მულაში და გამოვითვლით β_1 .

მანქილზომის K კოეფიციენტის განსაზღვრა

არა უმეტეს 1:20 000 ფარდობით შეცდომისა გავზომავთ ბაზისის სიგრძით 400 მეტრამდე, რომელსაც დაყოფთ 50, 100, 200, 300 მონაკვეთებად. K სიდიდის ოდენობა ისაზღვრება რამდენიმეჯერ ბაზისის სხვადასხვა ინტერვალებისათვის და ბოლოს გამოითვლება K ფორმულით:

$$K = (L_0 - \epsilon + \epsilon_v - \epsilon_f) \frac{\beta_{საა}}{N}, \quad (7.3.3.42)$$

სადაც L_0 არის ბაზისის ინტერვალის ქვედებულო;

$\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2 = 0,119$ მ — მუდმივი შესაყრები;

ϵ_1 — შესწორება ბაზისის დახრილობისათვის;

ϵ_2 — ტემპერატურული შესწორება (იგი ალგებრული სიდიდეა);

$\beta_{საა} = (\beta_k - \beta_{საა})$ — გაზომილი პარალაქსური კუთხის საშუალო ოდენობა;

$N - \beta_{საა}$ განსაზღვრისათვის გამოყენებული ლარტყის მცირე ბაზისების რაოდენობა, ანუ ლარტყის შეთავსებული მარკების ნომრებს შორის სხვაობათა ჯამი.

ანალოგიურად განისაზღვრება K ლარტყის მეორე გვერდის გამოყენებით და გამოითვლება საშუალო.

განხილავთ მანქილზომისათვის დადგენილი β_k და $\beta_{სა}$ -თი განსაზღვრება β , რაც K თან ერთად გამოიყენება (37) ფორმულაში მანქილების განსაზღვრისათვის:

$$L_0 = \frac{N\beta}{\beta} + \epsilon - \epsilon_v + \epsilon_f.$$

7.8.4. გეომეტრიული მანქილზომების შემოფენებისა და გამოკვლევების შესახებ

გეომეტრიული მანქილზომების შემოწმებებთან დაკავშირებით საჭიროა ვიცოდეთ ინსტრუმენტული, ლარტყის დაყენებასთან დაკავშირებული, დამკვირვებლის პირადი და გარემოს გავლენით გამოწვეული შეცდომების წყაროები და მათი ლიკვიდაციის მეთოდები.

ინსტრუმენტულია: 1. ინსტრუმენტის დაცენტრვის; 2. ϵ მუდმივის განსაზღვრისა და მისი ცვალებადობის; 3. C ან K კოეფიციენტის განსაზღვრისა და მისი ცვალებადობის; 4. ინსტრუმენტზე ტემპერატურის გავლენის; 5. თარაზოთი გამოწვეული; 6. კოლიმატორით გამოწვეული; 7. მიკროსკოპით გამოწვეული და 8. განაზღვრის ხაზის ჰორიზონტზე დაყენის შეცდომები.

ლარტყის დაყენებასთან დაკავშირებულია: 1. ლარტყის წერტილზე დაყენების; 2. ლარტყის სიბრტყის გასაზომი ხაზისადმი არაპერპენდიკულარობის (სამიზნისაგან გამოწვეული); 3. ლარტყის არაპორი-

ონტულობის (თარაზოსაგან გამოწვეული); 4. ლარტყის ასიმეტრიის; 5. ლარტყის ჩაქიდულობისა და ჩალუნვის; 6. ლარტყის დანაყოფების და 7. ინსტრუმენტზე ტემპერატურის გავლენის შეცდომები.

დამკვირვებელთან დაკავშირებულია: 1. დამკვირვებლის შემთხვევითი და სისტემური შეცდომები.

გარემო პირობებთან დაკავშირებულია: 1. დედამიწის ფიზიკური ზედაპირიდან 2 მეტრის სიმაღლეზე ტემპერატურის გავლენის; 2. რეფრაქცია გამოწვეული სხივების გამრუდების; 3. ჰაერის კონვენციური მოძრაობით გამოწვეული სხივების მიმართულებათა ცვლითა და 4. თარაზული ლარტყების გამოყენების დროს გვერდითი დიფერენციალური რეფრაქციით გამოწვეული შეცდომები.

ჩამოთვლილი შეცდომების გამოვლინებისა და აცილების შესახებ ნათქვამია ზემოთ, ინსტრუმენტების განხილვასთან დაკავშირებით და განაზომთა შეცდომების თეორიის კურსში [13].

გეომეტრიული მანძილზომების გამოკვლევების მიზანია: შესწავლილ იქნეს როგორც ცალკეული ნაწილების, ისე მთელი მანძილზომის მუშაობის ხარისხი; გამოვლინდეს დეფექტები და მათი გამომწვევი მიზეზები; მიღებულ იქნეს ღონისძიებები დეფექტების ლიკვიდაციისათვის; განისაზღვროს მუდმივებისა და კოეფიციენტების ოდენობების მდგრადობა; შესწავლილ იქნეს გარე პირობების გავლენა მანძილების გაზომვების დროს ყოველი მანძილზომისათვის; შესწავლილ იქნეს მანძილზომით მუშაობის ეფექტურობის პირობები და სხვა.

მანძილზომების გამოკვლევები შეიძლება პერიოდულად განმეორებით მუშაობის პროცესში და ფუნდამენტურად, რომლის მიზანია დადგინდეს იქნეს მანძილზომის დამზადების ან რემონტის, ან ახალი ტიპის მანძილზომის ხარისხი.

სანამ დაიწყებდეთ მანძილზომის გამოკვლევას, საჭიროა ის გულდასმით შემოწმდეს და შესწორდეს.

მანძილზომის საველე გამოკვლევის დროს წინასწარ ზუსტად მრავალჯერ გაზომილი ბაზისის გამოყენებით საზღვრავენ C ან K კოეფიციენტს და ადგენენ ლარტყის საერთო სიგრძეს მისი სიგრძის უცვლელობის დაკვირვების მიზნით. ლარტყის სიგრძეს იკვლევენ საკონტროლო (ყენების) სახაზავით. როგორც ცნობილია, მუდმივუბოხიანი მანძილზომების ლარტყებს აქვს დანაყოფები, ამიტომ საველე სამუშაოების დაწყებამდე საჭიროა დანაყოფების სისწორის გამოკვლევა. ლარტყის სიგრძის ცვალებადობა იწვევს მანძილზომის ცვალებადობას. ამიტომ შეიძლებოდა უკანასკნელის პერიოდულად გამოკვლევა. ვინაიდან ლარტყის გამოკვლევა სრულდება უფრო მოკლე დროში და ადვილად, ვიდრე მანძილზომის კოეფიციენტისა, მიღებულია კოეფიციენტის გამოკვლევების პერიოდებს შორის დროის მონაკვეთებში მანძილზომის ლარტყების გამოკვლევები. მანძილზომის კოეფიციენტისა და ლარტყის საერთო სიგრძის გამოკვლევის სისწორე დამოკიდებულია მათი მუდმივობის მდგომარეობაზე.

მანძილზომის ფუნდამენტური გამოკვლევა შეიძლება წარმოვიდგინოთ ოთხ ძირითად ჭკუფად:

1. მანძილმზომის ცალკეული ნაწილების გამოკვლევები

მუდმივეკუთხიანი მანძილმზომების ამ ჯგუფის გამოკვლევაში შედის: დამზადების ხარისხის გამოკვლევა და საჭირო მახასიათებლებიდან გადახრის დადგენა იმ მოწყობილობებისა, რომლებიც მუდმივ (დისტიმომეტრიულ) კუთხეს იძლევიან, როგორცაა ძაფთა ბადე, პრინშები, ლინზები, ხრახხები და სხვა; შეცდომების და სიზუსტის გამოკვლევა მოწყობილობებისა, რომელთა დანიშნულებაა ლარტყის დანაყოფების ნაწილების შეფასება, მაგალითად, გამოკვლეული უნდა იქნეს მიკრომეტრის სკალის სიგრძეს შეესაბამება თუ არა ლარტყის ნონიუსის სიზუსტე; კომპენსატორის სკალის დანაყოფები უნდა იყოს ტოლი, რისთვისაც ადარებენ კომპენსატორის სკალის ყოველ დანაყოფს მიკროსკოპის სკალის სიგრძეს;

მუდმივბაზისიანი მანძილმზომების ამ ჯგუფის გამოკვლევაში შედის: საზომი სკალებისა და მიკრომეტრის გამოკვლევა, სადაც დადგენილი უნდა იქნეს მათი უქმი სვლა და პარალაქსური კუთხის გაზომვის სიზუსტე, მაგალითად, მანძილმზომში მიკროსკოპის სკალის სიგრძე უნდა იყოს ტოლი კომპენსატორის სკალის ერთი დანაყოფის სიგრძისა.

2. მანძილმზომების ლარტყების გამოკვლევა

მუდმივეკუთხიანი მანძილმზომებში განსაკუთრებით გამოკვლეული უნდა იქნეს ლარტყის ძირითადი და დამხმარე (ნონიუსი) სკალების დაყოფის სისწორე, მისი გასწორება ქარხანას ევალება; დადგენილი უნდა იქნეს ლარტყის საერთო სიგრძე და მისი ცვალებადობა დაკეცის დროს (თუ დასაყევია) და გარემოს გავლენა (ტემპერატურა, სინესტე); გამოკვლეული უნდა იქნეს შტატივზე დაყენებული თარაზული ლარტყის გაღუნვა, ლარტყის გამყოფი ხაზის გატარების სისწორე და სხვა.

3. მანძილმზომის მუდმივისა და კოეფიციენტის გამოკვლევა

მანძილმზომის მუდმივი შესაყრების გამოკვლევის შესახებ ზემოთ იყო აღნიშნული: აქ დავსძენთ, რომ საერთოდ სჯობს თუ შესაძლებელია ლაბორატორიაში გაიზომოს სათანადო სიგრძეები ინსტრუმენტთან და ლარტყასთან. მისი ოდენობის დადგენა ზოგიერთ ინსტრუმენტში შეიძლება განისაზღვროს: ინსტრუმენტის კონსტრუქციული მონაცემებითაც.

რაც შეეხება C ან K მუდმივებს, მათი ოდენობის განსაზღვრის შესახებაც იყო ნათქვამი: აქ დავსძენთ, რომ მათი მუდმივობის დროგამოშვებით გამოკვლევა სჯობს ყოველთვის მრავალჯეროვანი მალალი სიზუსტით გაზომილი ხაზების საშუალებით.

4. თვით ინსტრუმენტისა და მისი კომპლექტის ერთად მუშაობის სიზუსტის გამოკვლევა

აქ იგულისხმება გამოკვლევა: მუდმივეკუთხიანი მანძილმზომებში ბაზისის სიგრძის გაზომვისა და მანძილის განსაზღვრის სიზუსტის; მუდმივბაზისიანი მანძილმზომებში პარალაქსური კუთხის გაზომვისა და მანძილის განსაზღვრის

სიზუსტის; იგულისხმება მანძილზომის გამოცდა პოლიგონომეტრიული სკლე-
ზის აგებით. ყველა ეს გამოკვლევა უნდა შესრულდეს ინსტრუმენტიდან ლარ-
ტყამდე სხვადასხვა მანძილზე, სხვადასხვა დროსა და გარემო პირობებში,
როგორცაა განათება, ტყე, ველი, სახნავე, ვაკე, ნახნავე, უსწორმასწორო ად-
გილი, სამიზნე ხაზის სხვადასხვა დაშორება ნიადაგიდან და სხვა. გამოკვლე-
ვის საუკეთესო საშუალებაა თუ მაღალი კლასის პოლიგონომეტრიულ პუნქ-
ტებს შორის შევასრულებთ აღნიშნულ გამოკვლევებს. გამოკვლევის ამ მე-
თოდს უფრო მიმართავენ მანძილზომების ახალი ნიმუშების დასახასიათებ-
ლად, რაც წარმოდგენას მოგვცემს, გარდა სიზუსტისა, აგრეთვე მათი სიმტკი-
ცის, გამძლეობის, გამოყენების მოხერხებულობის, გამოყენების ეფექტურო-
ბისა და სხვათა შესახებ.

თ ა ვ ი IV

ტ ა ქ ე ო მ ე ტ რ ე ბ ი

ტაქსომეტრი წარმოადგენს კუთხსაზომ ინსტრუმენტს მანძილმატება-
მზომი მოწყობილობით დგომის წერტილისადმი სამიზნე წერტილის დაშო-
რებისა და აღმატების განსაზღვრისათვის. მანძილმატებაზომი მოწყობი-
ლობის კონსტრუქციის მიხედვით ტაქსომეტრებს ჰყოფენ წ რ ი უ ლ, ნ ა ხ ე-
ვ რ ა დ ა ვ ტ ო მ ა ტ და ა ვ ტ ო მ ა ტ ჯ გ უ ფ ე ბ ა ლ.

წ რ ი უ ლ ტ ა ქ ე ო მ ე ტ რ ე ბ ე ს წარმოადგენს თეოდოლიტები, ძირი-
თადად კი *IT*—5 და მისი მოდიფიკაციის განმეორებითი თეოდოლიტები. მე-
ექვსე ტომში და განხილადი ტომის მესამე თავში დაწვრილებითაა აღწერილი
ი.უ როგორ ხდება აღნიშნული ტაქსომეტრებით თარაზული და დახრის კუთ-
ხეებისა და მანძილების გაზომვები, რომელთა საშუალებით ისაზღვრება წერ-
ტილთა შორის თარაზული მანძილები და აღმატებები. იქვეა განხილული იმავე
ჯგუფში შემავალი ბუსოლ-ტაქსომეტრები, რომელთაც თარაზული წრედების
ნაცვლად დაყენებული აქვთ ბუსოლი. იმავე დანიშნულებას ასრულებს ნივე-
ლირი თარაზული წრედით.

ნ ა ხ ე ვ რ ა დ ა ვ ტ ო მ ა ტ-ტ ა ქ ე ო მ ე ტ რ ე ბ ი წირული ტაქსომეტ-
რებისაგან განსხვავდება მანძილზომის ან აღმატებაზომის მარედუქციარებლო
მოწყობილობით. პირველ შემთხვევაში მანძილზომები წერტილთა შორის ავ-
ტომატურად იძლევა თარაზულ მანძილებს, ხოლო მეორე შემთხვევაში—აღ-
მატებებს.

ა ვ ტ ო მ ა ტ-ტ ა ქ ე ო მ ე ტ რ ე ბ ი პირდაპირ იძლევა წერტილთა შო-
რის თარაზულ მანძილებსა და აღმატებებს, ასე რომ, მათ შეიძლება ვერტიკა-
ლური წრედი არ ექნეთ.

თანამედროვე ტაქსომეტრებს უმთავრესად აქვთ ოპტიკურ-მექანიკური
და ოპტიკურ-მარედუქციარებელი მოწყობილობები.

საბჭოთა კავშირში 1964 წ. დამტკიცებულ იქნა სტანდარტი 10812—64
„ტაქსომეტრები“, რაც ვრცელდება ოპტიკურ-მექანიკურ ავტომატ და ნახევრად
ავტომატ ტაქსომეტრებზე. მათი საშუალებით აგრეთვე ხდება თარაზული და
დახრის კუთხეების გაზომვა.

აღნიშნული სტანდარტი ითვალისწინებს სამი ტიპის ტაქეომეტრებს:

1. ავტორედუქციულ ტაქეომეტრს TA , რომელიც გასაზომი ხაზის ბოლო წერტილში ვერტიკალურად დაყენებულ ლარტყაზე ჰოჯრის დამიზნებით ავტომატურად იძლევა თარაზულ სიბრტყეზე რედუცირებულ მანძილს და აღმატებას. იგი განკუთვნილია ტაქეომეტრიული აგეგმებისა, მარკშიდერული სამუშაოებისა და საინჟინრო კვლევა-ძიებისათვის.

2. ნახევრად ავტომატ-ტაქეომეტრს TII , რომელიც გასაზომი ხაზის ბოლო წერტილში თარაზულად ან ვერტიკალურად დაყენებულ ლარტყაზე ჰოჯრის დამიზნებით ავტომატურად იძლევა რედუცირებულ მანძილებს სიბრტყეზე, ხოლო აღმატებები ისაზღვრება არაავტომატურად დახრის კუთხეების საშუალებით. იგი განკუთვნილია ტაქეომეტრიული აგეგმებისა და პოლიგონომეტრიული სვლებისათვის, სადაც მოითხოვება 1 : 5 000-მდე სიზუსტე.

3. შიგა საბაზისო ტაქეომეტრს TB , რომელიც ადგილობრივ საგანზე ან სპეციალურ მარკაზე ჰოჯრის დამიზნებით ავტომატურად : ნახევრად ავტომატურად გვაძლევს თარაზულ მანძილებსა და აღმატებებს. იგი გამოიყენება ძნელად მისადგომი ადგილების ტაქეომეტრიული აგეგმებისა და ღია სამთო (კარიერებზე) სამუშაოებისათვის.

7.4.1. ტაქეომეტრ-ავტომატების ზოგადი თეორია

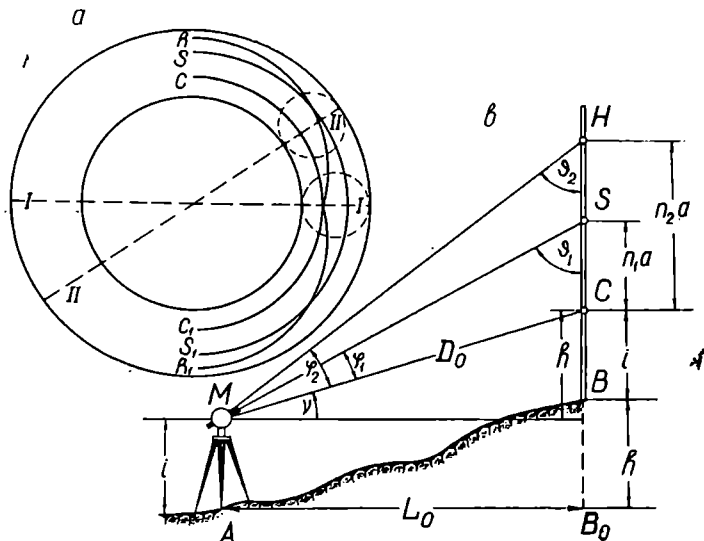
პროფესორმა გამგერმა 1900 წელს პოროს ანალატიური მანძილზომის საფუძველზე შექმნა ტაქეომეტრ-ავტომატი, რისთვისაც სამანძილო ძაფების ნაცვლად აღნიშნული მანძილზომის სამიზნე ჰოჯრში მოათავსა საგანგებო ფირფიტა დიაგრამით (ნახ. 1^ა).

ფირფიტა წარმოადგენს ოპტიკური მინის წრეს, რომლის ცენტრი შეთავსებულია სამიზნე ჰოჯრის ბრუნვის ღერძთან, ხოლო $I-I$ დიამეტრი კი ვერტიკალური წრედის აღიდადის ცილინდრული თარაზის ღერძის პარალელურია. ამ ფირფიტაზე გატარებულია e_1 ძირითადი წრეხაზი, თარაზული მანძილების ss_1 მრუდი და აღმატებების hh_1 მრუდი. (1^ა) ნახაზი გამოსახავს დიაგრამის ფაქტობრივ ორიენტაციას.

ფირფიტის ცენტრიდან გარკვეული რადიუსით გატარებული ძირითადი e_1 წრეხაზის მიმართ ადგილის წერტილებს შორის დახრის ν კუთხის ოდენობის ცვალებადობის მიხედვით იცვლება ss_1 და hh_1 მრუდების $k_1 = n \mu$ დაშორება, რაც საფუძველია თარაზული L_0 მანძილებისა და h აღმატებების გამოსათვლელი ფორმულებისა, შემდეგი მოსაზრების გამო:

ვთქვათ, გასაზომი ხაზის A წერტილში დაცენტრულია ტაქეომეტრი და მის ბოლო B წერტილში შევეულად დაყენებულია სამანძილო ლარტყა (ნახ. 1^ბ). ნახაზის მიხედვით $AM = BC = i$ არის ინსტრუმენტის სიმაღლე; $B_0B = h$ არის B წერტილის აღმატება A წერტილის მიმართ; C — ლარტყაზე ინსტრუმენტის i სიმაღლის შესაბამისი ნიშანი, რომელსაც ვუმიზნებთ (ვუთავსებთ) დიაგრამის ძირითად წრეხაზს; S — ლარტყაზე წერტილი,

რომელზეც გეგმილდება as_1 თარაზული მანძილების მრუდი; H —ლარტყაზე წერტილი, რომელზეც გეგმილდება hh_1 აღმატების მრუდი; v —კოგრის სამიზნე MC ღერძის დახრის კუთხე; D_0-A და B წერტილებს შორის უმოკლესი მანძილი, ანუ დახრილი ხაზის სიგრძე; n_1 და n_2 —ლარტყაზე ანათვლები, შესაბამისად, es_1 ძირითადი წრეხაზის დამიზნების წერტილიდან as_1 და hh_1 მრუდების გეგმილებამდე; a —ლარტყის ერთი დანაყოფის საფასე-



ნახ. 7.4.1.1.

რი; φ_1 და φ_2 — $n_1 a = l_1$ და $n_2 a = l_2$ ბაზისის შესაბამისი დიასტიომეტრიული კუთხე; $\varphi_1 = 90^\circ - (\nu + \varphi_1)$; $\varphi_2 = 90^\circ - (\nu + \varphi_2)$.

როგორც ცნობილია, M წერტილი არის ანალატიური (იხ. 7.3.2.5 ნახაზი). მაშასადამე, (1^ა) ნახაზის მიხედვით:

$$L_0 = D_0 \cos \nu, \quad (7.4.1.1)$$

$$h = D_0 \sin \nu, \quad (7.4.1.2)$$

რომლებშიც იმავე ნახაზის მიხედვით:

$$D_0 = n_1 a \frac{\cos(\nu + \varphi_1)}{\sin \varphi_1} = n_1 a (\operatorname{ctg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \nu) \cos \nu, \quad (7.4.1.3)$$

$$D_0 = n_2 a \frac{\cos(\nu + \varphi_2)}{\sin \varphi_2} = n_2 a (\operatorname{ctg} \varphi_2 - \operatorname{tg} \nu) \cos \nu. \quad (7.4.1.4)$$

D_0 -ის მნიშვნელობა (3) ტოლობიდან შევიტანოთ (1) ტოლობაში, ხოლო (4) ტოლობიდან (2) ტოლობაში, აგრეთვე მხედველობაში მივიღოთ, რომ დახ-

რის γ კუთხეს შეიძლება ჰქონდეს როგორც პლუსი, ისე მინუსი ნიშანი, ე. ი დადებითი და უარყოფითი დახრის კუთხეებისათვის, შესაბამისად, დაიწერება:

$$L_0 = n_1 a \cos^2 \gamma (\operatorname{ctg} \varphi_1 \mp \operatorname{tg} \gamma), \quad (7.4.1.5)$$

$$h = n_2 a \frac{1}{2} \sin 2\gamma (\operatorname{ctg} \varphi_2 \mp \operatorname{tg} \gamma). \quad (7.4.1.6)$$

მაშასადამე, აღმართის შემთხვევაში (5) და (6) ტოლობების ფრჩხილებში \pm აკლდება, ხოლო დაღმართის დროს ემატება.

პროოს ჯოგარში ძაფთა ბადის სიბრტყეში სამანძილო ძაფებს შორის P მანძილის ნაცვლად შემოვიტანოთ დიაგრამის შესაბამისად P_1 და P_2 მანძილები, რომელთაგანაც პირველი გამოსახავს მანძილს ძირითადი e_1 წრეხაზიდან სამანძილო as_1 მრუდამდე და მეორე კი მანძილს იმავე წრეხაზიდან სასიმაღლო hh_1 მრუდამდე. აგრეთვე ვისარგებლოთ (7.3.2.10) ფორმულას მსგავსად პროოსა და შიგაფოკუსთაგაწყობიანი ჯოგარისათვის მიღებული აღნიშვნით

$$\frac{F_{333}}{P} = \operatorname{ctg} \varphi$$

და მის ანალოგიურად განხილადი შემთხვევისათვისაც დაეწეროს:

$$\operatorname{ctg} \varphi_1 = \frac{F_{333}}{P_1}; \quad \operatorname{ctg} \varphi_2 = \frac{F_{333}}{P_2} \quad (7.4.1.7)$$

სადაც F_{333} არის სამიზნე ჯოგარის ობიექტივისა და დამატებითი ლინზის ეკვივალენტური ლინზის მთავარი საფოკუსო მანძილი. (7) დამოკიდებულებების (5) და (6) ტოლობებში, შესაბამისად, შეტანიოთ მივიღებთ:

$$L_0 = n_1 a \cos^2 \gamma \left(\frac{F_{333}}{P_1} \mp \operatorname{tg} \gamma \right), \quad (7.4.1.8)$$

$$h = n_2 a \frac{1}{2} \sin 2\gamma \left(\frac{F_{333}}{P_2} \mp \operatorname{tg} \gamma \right). \quad (7.4.1.9)$$

აღნიშნოთ

$$a \cos^2 \gamma \left(\frac{F_{333}}{P_1} \pm \operatorname{tg} \gamma \right) = K_1, \quad (7.4.1.10)$$

$$a \frac{1}{2} \sin 2\gamma \left(\frac{F_{333}}{P_2} \mp \operatorname{tg} \gamma \right) = K_2. \quad (7.4.1.11)$$

დაეუშვათ, რომ $a = 1$ სმ და დახრის γ კუთხის ცვალებადობით იცვლება P_1 და P_2 მანძილების ოდენობები, ხოლო $K_1 = 100$ და $K_2 = 10$ ან 20 და 100 . (10) და (11) ტოლობებიდან განვსაზღვროთ P_1 და P_2 ოდენობები:

$$P_1 = \frac{F_{333} \cos^2 \gamma}{K_1 \pm \frac{1}{2} \sin 2\gamma} = \frac{F_{333} \cos^2 \gamma}{100 \pm \frac{1}{2} \sin 2\gamma}, \quad (7.4.1.12)$$

$$P_2 = \frac{F_{333} \sin 2\gamma}{K_2 \pm \sin^2 \gamma} = \frac{F_{333} \sin 2\gamma}{20 \pm \sin^2 \gamma}. \quad (7.4.1.13)$$

(13) ტოლობაში მიღებულია, რომ $K_2 = 20$, ე. ი. დიაგრამაზე გვექნება აღმატებების მხოლოდ ერთი hh_1 მრუდი.

მაშასადამე, (12) და (13) ტოლობების შესაბამისად უძრავ დიაგრამაზე ხდება P_1 და P_2 მანძილების ცვალებადობა, რაც, თავისი მხრივ, ლარტყაზე n_1 და n_2 ცვლადი ანათვლებით გამოისახება, ე. ი. სამუშაო ფორმულებს მივიღებთ, თუ (10) და (11) აღნიშვნებს შევიტანთ (8) და (9) ფორმულებში:

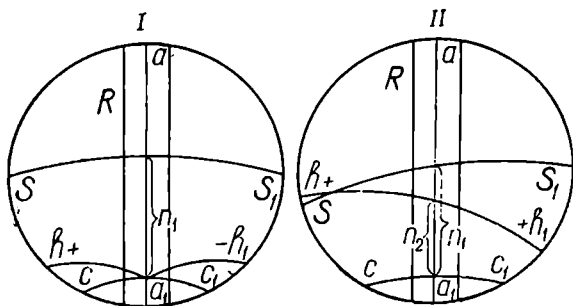
$$L_0 = K_1 n_1, \quad (7.4.1.14)$$

$$h = K_2 n_2. \quad (7.4.1.15)$$

არსებობს დიაგრამები, რომლებზეც დატანილია აღმატების hh_1 სამი მრუდი $K_2 = 10$, $K_2 = 20$, $K_2 = 100$ -სათვის. როგორც ვხედავთ, (14) და (15) ფორმულებში n_1 და n_2 არის დიაგრამის მრუდებით რედუცირებული თარაზული მანძილებისა და აღმატებების შესაბამისი ანათვლები.

როგორც ვნახავთ, სამიზნე ჭოგრში მოწყობილი ობიექტივის ლინზებისა და ოპტიკური სოლების საშუალებით აღნიშნული უძრავი დიაგრამის ცვალებადი მანძილები იხილება ჭოგრის ძაფთა ბადის სიბრტყეში.

განვიხილოთ სამიზნე ჭოგრის ორი მდგომარეობა; I—ჭოგრის სამიზნე ღერძი თარაზულადაა; II—სამიზნე ღერძი დახრილია. დიაგრამაზე დატანი-



ნახ. 7.4.1.2.

ლია ძირითადი წრეხაზი, მანძილების მრუდი და აღმატებების მხოლოდ ერთი მრუდი.

(1^ა) ნახაზი გამოსახავს ინსტრუმენტის წრედზე დიაგრამის ფაქტობრივ მდებარეობას, ხოლო (2) ნახაზი ჭოგრის მხედველობის არეში ხილული მისი გამოსახულებაა.

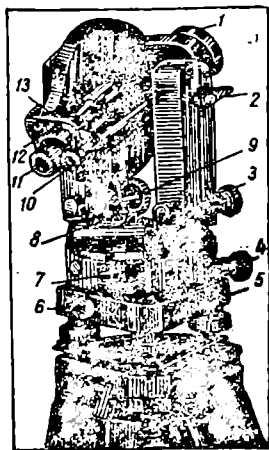
I შემთხვევაში ძაფთა ბადის aa_1 ვერტიკალური ძაფი დაგვემიღება დიაგრამაზე ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია (2¹) ნახაზზე. ამ დროს თუ aa_1 ვერტიკალურ ძაფს დავემიზნებთ ლარტყას, მაშინ ძირითად cc_1 წრეხაზსა და სამანძილო aa_1 მრუდს შორის გამოჩნდება ლარტყის ნაწილის გამომსახველი n_1 ანათვალი, რომელიც შეესაბამება L_0 პორიზონტულ მანძილს, ხოლო

იმავე ძირითად ϵ_1 წრეხაზსა და სასიმაღლო hh_1 , მრუდს შორის ლარტყაზე იქნება $n_2 = 0$, რადგანაც $\nu = 0^\circ$ დახრის კუთხის შემთხვევაში $h = 0$.

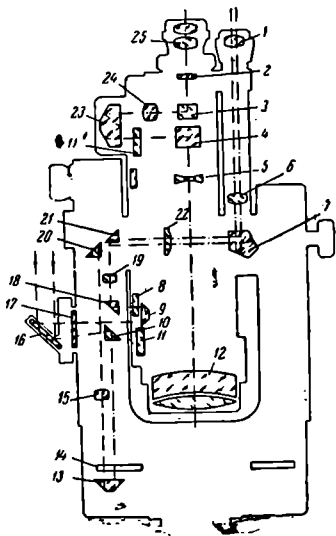
II შემთხვევაში ძაფთა ბადის aa_1 ვერტიკალური ძაფი დაგეგმილდება დიაგრამაზე ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია (2 II) ნახაზზე. ამ დროს თუ aa_1 ვერტიკალურ ძაფს დაეუმინებთ ლარტყას, მაშინ ძირითად. ϵ_1 წრეხაზზე და სამანძილო aa_1 მრუდს შორის გამოჩნდება ლარტყის ნაწილის გამომსახველი n_1 ანათვალი, რომელიც შეესაბამება L_0 კორიზონტულ მინძილს, ხოლო იმავე ძირითადი ϵ_1 წრეხაზსა და სასიმაღლო hh_1 მრუდს შორის ლარტყაზე იქნება n_2 ანათვალი, რომელიც შეესაბამება h აღმატებას. ვიცით რა K_1 და K_2 ოდენობები, დამაკავშირებელ (14) და (15) ფორმულებში n_1 და n_2 შეტანა უშუალოდ განსაზღვრავს AB ხაზის L_0 ქვედებულსა და h აღმატებას.

A. ტაქსომეტრ-ავტომატი ლალტა—020 (Dahlta—020)

განხილად ტაქსომეტრებს ამზადებენ გერმანიის დემოკრატიულ რესპუბლიკის „კარლცეისის“ საწარმოში, რომლითაც შეიძლება ვაზომილ იქნეს თარაზული და დახრის კუთხეები $\pm 5''$ სიზუსტით. ძირითადად იგი, როგორც ტაქსომეტრ-ავტომატი, განკუთვნილია ტაქსომეტრული ავტომატებისათვის (ნახ. 3).



ნახ. 7.4.1.3.



ნახ. 7.4.1.4.

მისი ვერტიკალური ღერძების სისტემა არის ცილინდრული, განმეორებათი. ტაქსომეტრი იდგმება ზედა დგამში 5 და მაგრდება ხრახნით 6. წრედალიდადის და სამიზნე ჰოგრის დამტყეცი ხრახნები 2 გადართვით მუშაობს,

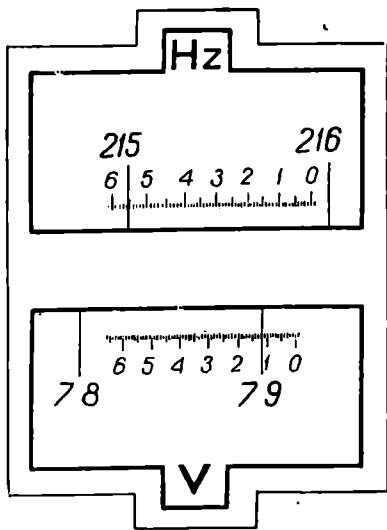
ხოლო მათი მიკრომეტრული ხრახნებია 4 და 3. წრედ-ალიდადას ამაგრებენ თარაზულ წრედს გადამრთველით 7, რის შემდეგ შეიძლება მათი ერთად ბრუნვა. წრედ-ალიდადაზე დამაგრებულია სფერული და ცილინდრული თარაზო 8. ვერტიკალური წრედის ალიდადაზე დამაგრებულია კონტაქტური ცილინდრული თარაზო, რომლის დამყენებელი ხრახნია 9. ლიმბებზე ანათვლების ასაღებ მოწყობილობას წარმოადგენს მიკროსკოპი სკალით, რომლის ოკულარი 10 მდებარეობს სამიზნე ჭოგრის ოკულარის 11 გვერდით. (5) ნახაზის მიხედვით ჰორიზონტალურ წრედზე ანათვალა $215^{\circ}55',4$, ხოლო ვერტიკალურზე ზენიტური კუთხეა $79^{\circ}12',1$.

რედუქციული ავტომატის ოპტიკური სქემა ნაჩვენებია (4) ნახაზზე. სარკიდან 16 არეკლილი სხივები გაივლის ილუმინატორს 17 და იყოფა ორ კონაჯ.

სხივთა კონა, რომელიც გადის პრიზმაში 10, ანათებს თარაზულ ლიმბს 14, ხოლო მეორე კონა გაივლის რა პრიზმას 9, ანათებს ვერტიკალურ ლიმბს 8. შემდეგ პრიზმის 13 და 20 დახმარებით ობიექტივი 15 აგებს თარაზული ლიმბის სკალის გამოსახულებას კოლექტივზე 22, რომელზეც დატანლია მიკროსკოპის სკალა, ხოლო ობიექტივი 19, 18 და 21 პრიზმების საშუალებით იმავე სიბრტყეში (კოლექტივზე 22) აგებს ვერტიკალური ლიმბის სკალის გამოსახულებას. ლიმბებისა და მიკროსკოპის სკალების გამოსახულება იხილება მიკროსკოპით, რომელიც შედგება პენტაპრიზმისაგან 7, ობიექტივისა 6 და ოკულარისაგან 1.

ტელეობიექტივი 12 და 5 პრიზმის 4 დახმარებით ლარტყის გამოსახულებას აგებს მანძილებისა და აღმატებების დააგრამაზე 11'. შემდეგ ობიექტივი 24 პრიზმების 23 და 3 დახმარებით აგებს მრუდებისა და ლარტყის გამოსახულებას ჭოგრის ძაფთა ბადის სიბრტყეში 2, რომელიც დაიმზირება ოკულარით 25.

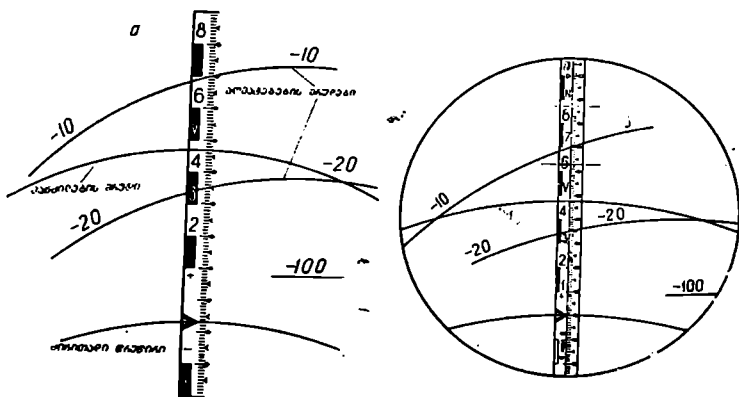
ტაქომეტრის კომპლექსში შედის ორი ოთხმეტრიანი ლარტყა ციფრების პირდაპირი წარწერებით, რადგანაც სამიზნე ჭოგრი იძლევა ლარტყის პირდაპირ გამოსახულებას. ლარტყის ნულოვანი ინდექსი იმყოფება 1,4 მეტრის სიმაღლეზე. ამ სიმაღლეზე უნდა იქნეს დაყენებული ტაქომეტრის სამიზნე ჭოგრის ბრუნვის ღერძი. ლარტყის ნულოვანი ინდექსის ქვემო დანაყოფები გამოიყენება ნიველობისათვის, მხოლოდ ამ ნაწილზე აღებული ანათვლები იქნება მინუსი ნიშნით, ნულოვან ინდექსს ზევით ანათვლები კი პლუსი ნიშნით



ნახ. 74 1.5.

აიღება. ყოველივე დანარჩენი სრულდება ნიველობაში მიღებული წესით. ვერტიკალურ ლიშებს აქვს ზენიტური დანაყოფები. დახრისა და ზენიტურა კუთხეების აღების დროს ძირითადი წრეხაზის CC_1 რკალი უნდა დაეუქმონოთ სამიზნე წერტილებს. აღმატებათა შრუდები დაღმართის კუთხეებისათვის აღინიშნება მინუსით, ხოლო აღმართის კუთხეებისათვის—პლუსი ნიშნით.

(6) ნახაზის შესაბამისად ჭოგრის მხედველობის არეში ხილული ანათვლებია: თარაზული მანძილის (14) ფორმულით $0,472 მ \cdot 100 = 47,2$ მეტრი; აღ-



ნახ. 7.4.1.5.

მატების (15) ფორმულით $0,702 მ \cdot (-10) = -7,02$ მ, როცა $K_2 = -10$, ხოლო $0,351 მ \cdot (-20) = -7,02$ მ, როცა $K_2 = -20$.

განხილად ტაქეომეტრის დიაგრამაზე აღმატებების მესამე, $K_2 = -100$ შესაბამისი, მრუდიც არის დატანილი, რაც მუშაობის საშუალებას იძლევა დიდი დახრის კუთხეების შემთხვევაში, რადგანაც -10 და -20 მნიშვნელობის მრუდები სცდება ჭოგრის მხედველობის არეს.

B. ტაქეომეტრ-აბსოლუტი TA—8

განხილადი ტაქეომეტრის ექსპერიმენტული ნიმუში საბჭოთა კავშირის სახალხო მეურნეობის მიერ გამოშვებულია 1961 წელს. იგი განკუთვნილია ტაქეომეტრიული აგეგმვებისათვის.

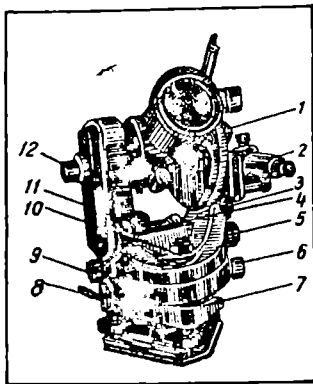
ვერტიკალური ღერძის სისტემა ცილინდრულია და არაგანმეორებითა მოძრავი თარაზული წრედით, რომლის გადაყენება ხდება ხრახნით 5 (ნახ. 7).

ტაქეომეტრი იხსნება ზედადგარიდან 7 ხრახნის მოშვების შემდეგ, წრედალიდადისა და ჭოგრის დამაგრება ხდება დამტკეცი ხრახნით 6 და 12, მცირე მოძრაობა კი—შესაბამისად ხრახნით 9 და 11. წრედ-ალიდადაზე დამაგრებულია სფერული 10 ცილინდრული თარაზო 4. თარაზული წრედის განათება ხდება საჩკით 8. თარაზულ წრედზე ანათვლები აიღება სკალიანი მიკროსკოპით $0,1$ სიზუსტით. მიკროსკოპის ოკულარი დაყენებულია სამიზნე ჭოგრის ოკულარის გვერდით და მისი ფოკუსირება ხდება ხრახნით 1. ერთ-ერთ დგამზე მაგრდება ბუსოლი 2.

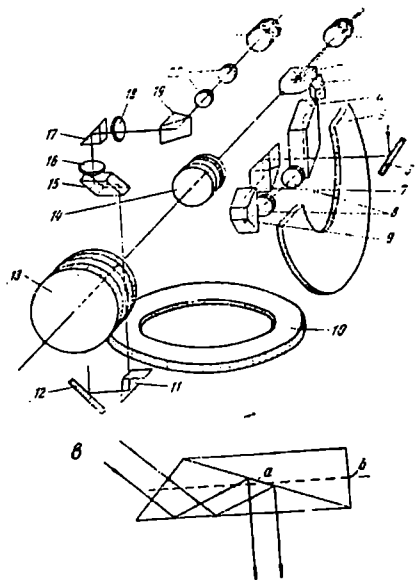
ტექნომეტრის ოპტიკური სქემა წარმოდგენილია (8^ა) ნახაზზე.

სარკიდან 12 არეკლილი სხივების კონა პრიზმაში 11 გავლით ანათებს პორიზონტალურ წრედს 10. შემდეგ ობიექტივი 16 პრიზმების 15 და 17 დახმარებით აგებს თარაზული ლიშბის სკალის გამოსახულებებს კოლექტივზე 18, რომელზეც დატანილია ამთვლელი მიკროსკოპის სკალა. ორივე სკალა იხილება პრიზმის 19 დახმარებით ასათვლელი მიკროსკოპის საშუალებით, რომლის ობიექტივი 20 ოკულარი 21.

უძრავად დამაგრებული ვერტიკალური დიაგრამიანი წრედი 5 ნათდება მის ჩალითაზე დამაგრებული სარკით 6 (ნახ. 8^ა), რომელიც მოძრაობს სამიზნე ჭოგრთან ერთად. ვერტიკალურ წრედთან ხისტად არის მიმაგრებული მისი ალიდალის თარაზო. სარკე 6 და პრიზმები 3, 4, 7, 9 და ობიექტივი 8 ჭოგრთან ერთად ბრუნავს და ვერტიკალური ლიშბის დანაყოფების, ძირითადი წრეხაზის, სამანძილო და აღმატებების რკალების სკალების გამოსახულებებს ქმნის იმ სიბრტყეში, სადაც არის შეწყებებული პრიზმა 2. ამ სიბრტყის ნაწილი უპირავს I' ასოს მსგავს ამაღამიან a სარკეს (ნახ. 8^ბ), რომლისაგანაც ირეკლება და ეცემა ოკულარზე 1 შევეული წრედის გამოსახულებების მასზედ დაცემული ნაწილი. დანარჩენი სხივები კი გადის შეწყებულ სიბრტყეში და იფანტება.



ნახ. 7.4.1.7.

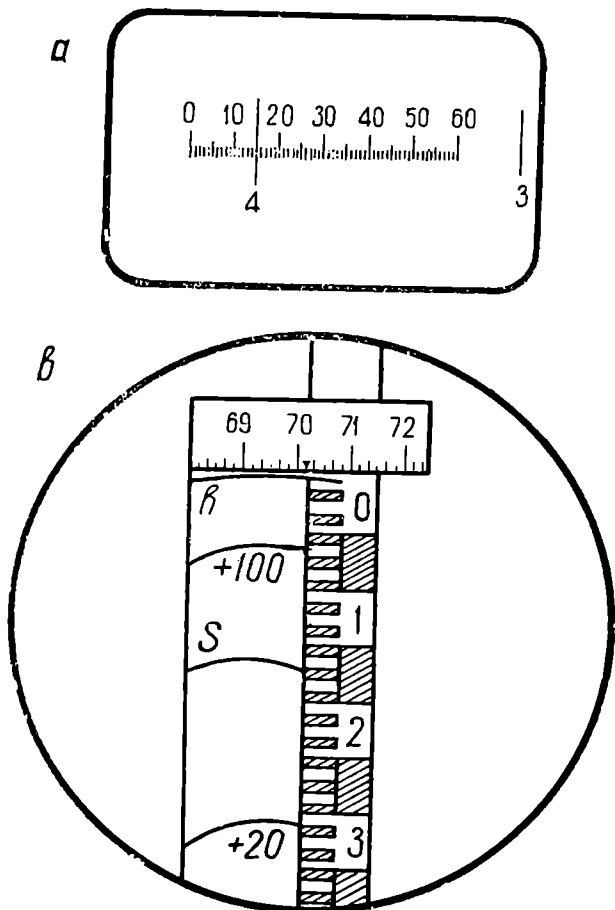


ნახ. 7.4.1.8.

ტელეობიექტივში 13, 14 გავლილი სხავეებისათვის შეწყებებული პრიზმა 2 წარმოადგენს ბრტყელ-პარალელურ ფირფიტას (ნახ. 8^ა), b პუნქტორით ნაჩვენები მისი სიბრტყე (ნახ. 8^ბ) კი არის სამიზნე ჭოგრის შუალედი გამოსახულების ზედაპირი, რომელზეც, გარდა ზემოთ აღნიშნული ვერტიკალური წრედისა და დიაგრამის გამოსახულებისა, ვიღებთ ლარტყის გამოსახულებასაც.

ამ პრიზმის შეწებებულ სიბრტყეში არის სამანძილო ორი ჰორიზონტული შტრიხი და ვერტიკალური ინდექსი შვეულ წრედზე ზენიტური მანძილების (კუთხის) ასათვლელად.

ლარტყის გამოსახულების სარკისებური ნაწიბურისადმი შეთავსებას შე-



ნახ. 7.4.1.9.

საძლებლობა საშუალებას გვაძლევს ზუსტად ავიღოთ ანათვლები ლარტყაზე მრუდების საშუალებით.

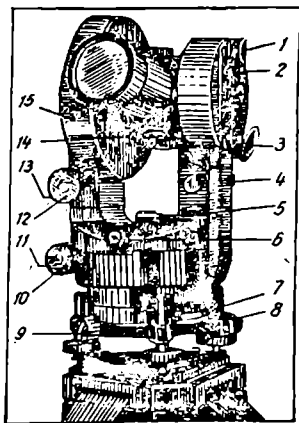
(9^o) ნახაზზე ნაჩვენებია ასათვლელი მიკროსკოპის მხედველობის არე, რომლის მიხედვით ჰორიზონტულ წრედზე ანათვალა $4^{\circ}14',5$.

(9^ბ) ნახაზზე კი ნაჩვენებია ჭოგრის ოკულარის მხედველობის არე, რომელზეც h არის ძირითადი წრის (cc_1) რკალი; S —სამანძილო მრუდი; $+20$ და $+100$ —ალმატებების მრუდები. ჰორიზონტული მანძილია (14) ფორმულით $0,173 \cdot 100 = 17,3$ მ, ალმატებების მრუდებით ანათვლები და ალმატების ოდენობებია (15) ფორმულით: $0,311 \cdot (+20) = +6,22$ მ და $0,062 (+100) = +6,20$ მ, საშუალო კი იქნება $+6,21$ მ. ვერტიკალურ წრედზე ზენიტური მანძილის ოდენობა $Z = 70^\circ 10'$, ანუ დახრის კუთხე $\nu = 90^\circ - 70^\circ 10' = +19^\circ 50'$.

C. ტაქომეტრ-ავტომატი წრიული დიაგრამით TA—D1

განხილად ტაქომეტრს ამზადებს უნგრეთის სახალხო რესპუბლიკის ქარხანა MOM, რომლითაც გასაზომი ხაზის ბოლოში ვერტიკალურად დაყენებულ ლარტყაზე უშუალოდ იზომება ჰორიზონტული მანძილი და ალმატება, აგრეთვე თარაზული და ვერტიკალური კუთხეები (ნახ. 10).

A მუხლში განხილულია *Dahlta—020* ტაქომეტრისაგან *TA—D1* ტაქომეტრი განსხვავდება იმით, რომ აქ სამიზნე ჭოგრის თავის ღერძის გარშემო ბრუნვით დიაგრამის რგოლი შებრუნდება საწინააღმდეგო მხარეზე იმავე კუთხურ სიჩქარით, რაც აქვს ჭოგრს. ამის შედეგად ჭოგრის მიმართ დიაგრამა შებრუნდება გაორკეცებული (2 ν) დახრის კუთხით. ეს კი საშუალებას იძლევა გამოვიყენოთ ისეთი დიაგრამა, რომლის სამანძილო და ალმატებების მრუდები შედარებით დამრეცია და წარმოადგენს წრეხაზების რკალებს, რითაც ადვილდება მათი დამზადება მაღალი სიზუსტით. ვერტიკალური ღერძები არაგანმეორებითია საბრუნავი თარაზული წრედით.



ნახ. 7.4.1.10.

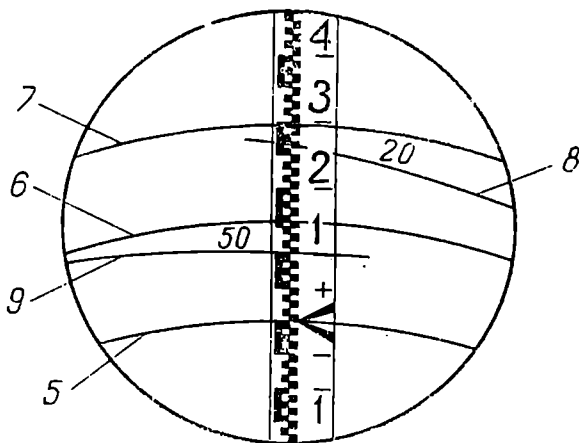
ტაქომეტრი იხსნება ზედადგარიდან ხრახნის 9 მოშვებით. წრედ-ალიდადის ბრუნვის ღერძი ღრუა, რომელშიც მოწყობილია ოპტიკური შვეულის დეტალები, რომლას ოკულარი 6 მოთავსებულია ალიდადაზე.

თარაზული წრედის ბრუნვა ხდება ხრახნით 7. წრედ-ალიდადისა და სამიზნე ჭოგრის 13 დამტკეცი 11, 13 ხრახნები თანადრძა მათ მიკრომეტრულ 10 და 12 ხრახნებთან.

სფერული თარაზოს გარდა 8, ტაქომეტრს აქვს წრედ-ალიდადის ცილინდრული თარაზო 5 და ვერტიკალური წრედის ალიდადის ცილინდრული თარაზო 2, რომლის ბუშტულა იხილება კონტაქტური სისტემის დახმარებით საბრუნავი პრიზმით 1. ამ თარაზოს ბუშტულის ამპულის შუაში დაყენება ხდება ვერტიკალური წრედის ალიდადის მიკრომეტრული ხრახნით 4. წრედების განათება ხდება სარკით 3.

დიაგრამა დახურულია ჩალითით 15. ჰოგრი არის შიგა ფოკუსთვაწყო-
ბიანი და იძლევა საგნის პირდაპირ გამოსახულებას. მასზე დამაგრებულია ოპ-
ტიკური სამიზნე.

მრუდების ოპტიკური სქემა ანალოგიურია Dahlitz—020 ტაქომეტრის
ოპტიკური სქემისა. ლარტყისა და დიაგრამის მრუდების გამოსახულება მი-
ღება სამიზნე ჰოგრის ძაფთა ბადის სიბრტყეში, რომელზეც არის მხოლოდ ერ-
თი ვერტიკალური ძაფი თარაზული კუთხეების გაზომვისათვის წერტილებზე
დასამიზნებლად. ძირითადი წრეხაზის რკალი 5 (ნახ. 11) უთავსდება ლარტყის
ნულოვან შტრახს. ვერტიკალური კუთხეების გაზომვისათვის თარაზულ ძაფად
მიღებულია საშუალო წრიული რკალი 6, რომლითაც აგრეთვე ისაზღვრება თა-



ნახ. 7.4.1.11.

რაზული მანძილი, რომლის კოეფიციენტი $K_1 = 200$. გარდა ამისა, ჰორიზონ-
ტული მანძილები ისაზღვრება ზედა წრიული რკალით 7, რომლის კოეფიციენ-
ტი $K_1 = 100$. აღმატების რკალებს წარმოადგენს 8 და 9, შესაბამისად, 20 და
50 კოეფიციენტებით. მაგალითად, მრუდით 7 ლარტყაზე ათვლილი თარაზული
მანძილია (14) ფორმულით $0,29 \cdot 100 = 29,0$ მ; აღმატება (15) ფორმულითა და
რკალით 8 არის $0,265 \cdot 20 = +5,3$ მ. თარაზული და ვერტიკალური კუთხეები
აიღება მანძილის წრედებზე ცნობილი წესით.

7.1.2. ნახევრად ავტომატი ტაქომეტრები

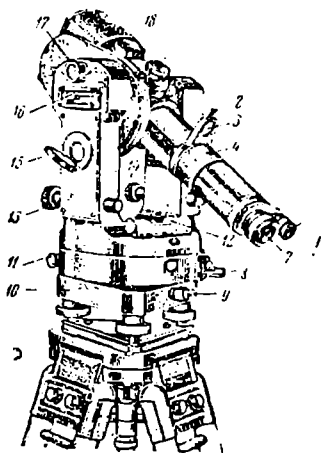
ამ ჯგუფის ტაქომეტრებიდან გავრცელებულია ნახევრად ავტომატები
მანძილზომებისათვის რედუქციული მოწყობილობებით.

ა. რედუციული ტაქომეტრი რადბა—008 (Redta—008)

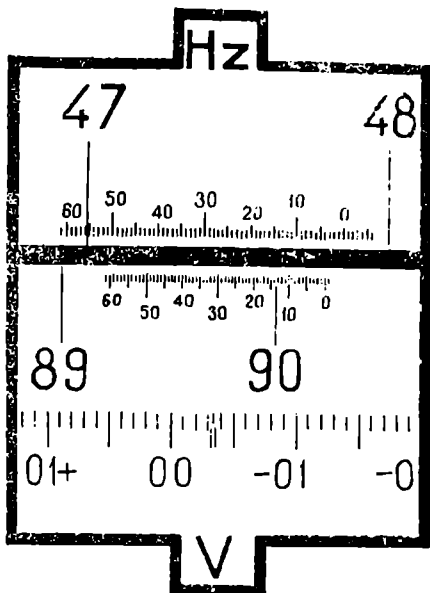
განხილადი ტაქომეტრი მიეკუთვნება ნახევრად ავტომატების III-ს
ჯგუფს (ნახ. 1). იგი წარმოადგენს ოპტიკურ თეოდოლიტს, ოპტიკურ-მექანი-

კური რედუქციული მოწყობილობით, რომლითაც ავტომატიურად შეიძლება ჯაიზომოს ჰორიზონტული მანძილები 1:5 000 სიზუსტით.

ვერტიკალური ღერძების სისტემა ცილინდრული და განმეორებითია. წრედ-ალიდადა მიემაგრება წრედს საყეტი 8. ტაქომეტრი ზედადგარზე 10 მაგრდება ხრახნით 9. წრედ-ალიდადისა და კოგრის სატკევი ხრახნები გადამრ-თველების სახისაა, ხოლო მათი მიკრომეტრული ხრახნი 11 და 14 ჩვეულებ-



ნახ. 7.4.2.1.



ნახ. 7.4.2.2.

რივია. წრედ-ალიდადაზეა დაყენებული სფერული და ცილინდრული თარაზო 12. შიშა-ალიდადის ცილინდრული თარაზო 16 მოთავსებულია ერთ-ერთ ღვაშში. იგი კონტაქტურია, რომელიც იხილება საბრუნავი პრიზმით 17, ხოლო ამჟღის ბუშტულის შუაში დაყენება ხდება მიკრომეტრული ხრახნით 13.

ლიმბები მინისაა თითო დანაყოფის საფასურებით 1°. ვერტიკალურ ლიმბზე, გარდა ზენიტური დაციფრვისა, დატანილია ტანგენსური სკალა, საფასური 0,001, რომელზეც ანათვალის საშუალებას იძლევა განვსაზღვროთ აღმატება ფორმულით:

$$h = L_0 \operatorname{ctg} \nu, \quad (7.4.2.1)$$

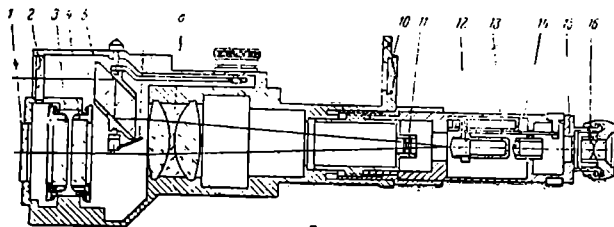
სადაც L_0 არის ავტომატიურად განსაზღვრული ჰორიზონტული მანძილი;

$\operatorname{ctg} \nu$ — ხსენებულ სკალაზე ანათვალის.

მაგალითად, ლიმბებზე ანათვალის აიღება სამიზნე კოგრის ოკულარის 7 გვერდით დაშვებულ სკალიანი მიკროსკოპის ოკულარით 6. რომლის მხეც-

ველობის არეში სარკით 15 მიიღება განათებული ღიბების გამოსახულება, (2) ნახაზზე მოცემულია აღნიშნული მხედველობის არე. თარაზულ ღიბზე ანათვალა $47^{\circ}55',7$; ვერტიკალურზე ზენიტური მანძილია (კუთხე) $90^{\circ}13',4$. ე. ი. დახრის კუთხე $\nu = 90^{\circ} - 90^{\circ}13',4 = -0^{\circ}13',4$; იქვე, ტანგენსურ სკალაზე ანათვალა $-0,0035$. ასე რომ, უკანასკნელის (1) ტოლობაში შეტანით გავიგებთ აღმატებებს.

ორმაგგამოსახულებიანი მანძილზომის პარალაქსური (დიასტიმომეტრიული) კუთხე იქმნება ორი აქრომატული ოპტიკური სოლისაგან 3, 4 შემდგარი კომპენსატორის საშუალებით, რომლებიც ჰოვარის დახრის დროს ბრუნავენ მისი სამიზნე ღერძის გარშემო ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით (ნახ. 3). როდესაც სამიზნე ჰოვარი დაყენებულია თარაზულად, მაშინ ორივე ოპტიკური სოლის გარდამტეხი წიბოები მიმართულია ვერტიკალური წრედისაკენ. ამ შემთხვევაში დიასტიმომეტრულ კუთხეს აქვს მაქსიმალური მნიშვნე-



ნახ. 7.4.2.3.

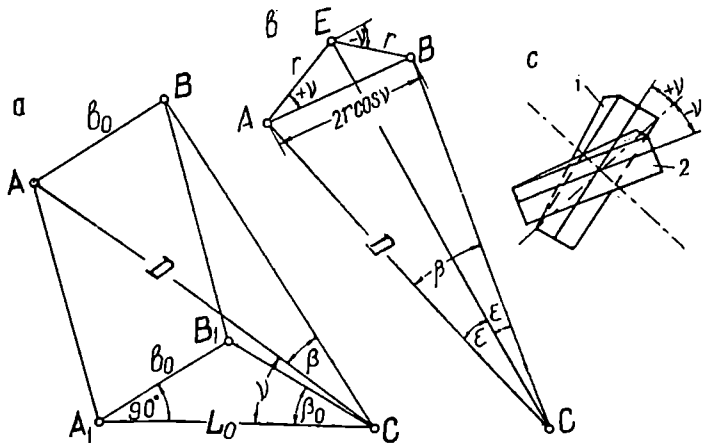
ლობა: $\beta = 2\varepsilon = 34',38$ (აქ დიასტიმომეტრული კუთხე აღნიშნება β -თი). ჩაშასადაამე, (7.3.2.81) ფორმულის თანახმად სხივის გადახრის ε კუთხის ოდენობა უნდა იყოს მისი ნახევარი, ე. ი. $\varepsilon = 17',19$. მე-3 და მე-4 ოპტიკური სოლების შებრუნება დახრის კუთხით ხდება ზუსტად. აღნიშნული სოლები ფარავს ობიექტივის 8 ქვემო ნახევარს. მათ წინ დაყენებულია მცირე გარდამტეხიანი კუთხის მქონე მარეგულირებელი ოპტიკური სოლი 1. ამ უკანასკნელის საშუალებით მანძილზომის კოეფიციენტი 100-ის ტოლია. ობიექტივის ზემონახევარი კი იფარება რუმბული პრიზმით 5, რომლის შებრუნება შეიძლება 6—7 ვერტიკალური ღერძის ირგვლივ. ამ პრიზმის მოქმედება ეკვივალენტურაა ისეთი ბრტყელ-პარალელური ფირფიტების მოქმედებისა, რომლის სისქე ტოლია პრიზმაში სხივის სვლის სიგრძისა. გერმეტიზაციის მიზნით რომბ-პრიზმის წინ დაყენებულია ბრტყელ-პარალელური ფირფიტა 2. ხსენებული რომბ-პრიზმა ბრუნავს დოლის 9 საშუალებით, რომელზეც დატანილია 20 დანაყოფის მქონე სკალა. დოლის სრული (მთელი სკალით) შებრუნებისას სამიზნე ღერძი გადაადგილდება თავისი მიმართებიდან 0,2 სმ, რაც ტოლია ლარტყის ნონიუსის სიზუსტისა. მაშასადამე, დოლის სკალის ერთი დანაყოფის საფასური იქნება 0,01 სმ, რასაც გამოსახავს მასზედ წარწერები (ნახ. 5). დოლზე ანათვის აღება ხდება ლუპის 10 საშუალებით. (1) ნახაზზე ნაჩვენებია ნახვრეტი ლუპით 3, საიდანაც ხდება დოლზე 1 ანათვის აღება.

(3) ნახაზის მიხედვით სხივები, რომელთაც მოაქვთ ნახევარი ლარტყის

(ძთელ სიგრძეზე) გამოსახულება, გაივლის მაფოკუსირებელ ლინზაში 11, ბიპრიზმისგან შემდგარ გამყოფ მოწყობილობასა 12 (იგივე კოლექტივია) და დიაფრაგმაში 13. ბოლოს ლინზით 14 შებრუნებულ გამოსახულებას საეველ დიაფრაგმაზე 15 ვიხილავთ ოკულარით 16. გამყოფი მოწყობილობა შეიძლება გამოირთოს რგოლით 5 (ნახ. 1). ჰოგარის საგანზე დაყენება ხდება რგოლით 4. მე-2 და მე-18 არის ჰოგარის ტლანქად სამიზნე მოწყობილობები.

რედუქციული მოწყობილობის თეორიული საფუძველი

(4^ა) ნახაზზე ნაჩვენებია C არის ტაქეომეტრის დაცენტრის წერტილი; CA_1 და CB_1 — A წერტილამდე დახრილი D მანძილის პორიზონტული L_0 ქვედებულის შესაბამისი პარალაქსური სამკუთხედის სხივები; $A_1B_1 = b_0$ — დახრილი $D = \frac{L_0}{\cos \nu}$ მანძილის შესაბამისი, CA და CB სხივებით შექმნილი ისეთი პარალაქსური სამკუთხედის ბაზისი, სადაც იგულისხმება, რომ $AB = A_1B_1 = b_0$; $\beta_0 = 2\varepsilon$ — პარალაქსური კუთხე, რომელიც შეესაბამება L_0



ნახ. 7.4.2.4.

ჰორიზონტულ მანძილს; β — დახრილი D მანძილის შესაბამისი პარალაქსური კუთხე. (4^ა) ნახაზის მიხედვით დავწერთ:

$$D = b_0 \operatorname{ctg} \beta = \frac{b_0}{\operatorname{tg} \beta}; \quad (7.4.2.2)$$

$$L_0 = b_0 \operatorname{ctg} \beta_0 = \frac{b_0}{\operatorname{tg} \beta_0}; \quad (7.4.2.3)$$

$$L_0 = D \cos \nu. \quad (7.4.2.4)$$

(3) ტოლობა გავყოთ (2) ტოლობაზე და გამოვიყენოთ (4) ტოლობა. დაქ-
წერთ:

$$\frac{L_0}{D} = \cos \nu = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \beta_0}. \quad (7.4.2.5)$$

β და β_0 კუთხეების სიძირის გამო უკანასკნელი ტოლობა ასე გადაი-
წერება:

$$\beta = \beta_0 \cos \nu. \quad (7.4.2.6)$$

ახლა განვიხილოთ (4^b) ნახაზი, რომელზეც $CA=D$ არის A წერტილი-
დან გამოსული და ჭოგრის ობიექტივის ზემო ნახევარზე გავლილი სხივი (გა-
დაუხრელი); CB — სხივი გამოსული იგივე წერტილიდან და გავლილი ობიექ-
ტივის ქვემო ნახევარზე, რომელიც გადახრილია მბრუნავი ოპტიკური სოლენ-
ბით. მაგალითად, (4) ნახაზზე ნაჩვენებია, რომ A წერტილის გამოსახულება
სოლის 1 მიერ (ნახ. 4^ა) გადაადგილებულია r მანძილით E წერტილში, ხო-
ლო სოლით 2 (ნახ. 4^ბ) იგავე A წერტილის გამოსახულება r მანძილით
(ნახ. 4) გადაადგილებულია E წერტილიდან B წერტილში.

(4^b) ნახაზის მიხედვით რადიანებში:

$$\varepsilon = \frac{r}{D}; \quad (7.4.2.6')$$

$$\beta = \frac{2r \cos \nu}{D}, \quad (7.4.2.7)$$

ანუ (6') ტოლობის გამოყენებით (7) ტოლობა დაიწერება ასე:

$$\beta = 2\varepsilon \cos \nu, \quad (7.4.2.8)$$

ხოლო, რადგანაც $2\varepsilon = \beta_0$, უკანასკნელი ტოლობიდან მივიღებთ ისევ (6) ტო-
ლობას

$$\beta = \beta_0 \cos \nu.$$

მაშასადამე, ლარტყაზე დამიზნების დროს მბრუნავი სოლენი ν კუთხით
დახრის დროს ლარტყაზე ქმნის b_0 ბაზისის მომცველ β პარალაქსურ კუთ-
ხეს, რომელიც შეესაბამება L_0 კორიზონტულ მანძილს.

სამუშაო ფორმულის სახე კი დაიწერება შემდეგნაირად: ცნობილია, რომ

$$b_0 = na, \quad (a)$$

სადაც a არის ლარტყის ერთი დანაყოფის საფასური;

n — დანაყოფის რაოდენობა.

(3) ფორმულაში შევიტანოთ (a) ტოლობიდან b_0 ბაზისის ოდენობა და
(6) ტოლობიდან კი β_0 -ის მნიშვნელობა

$$L_0 = na \operatorname{ctg} \left(\frac{\beta}{\cos \nu} \right).$$

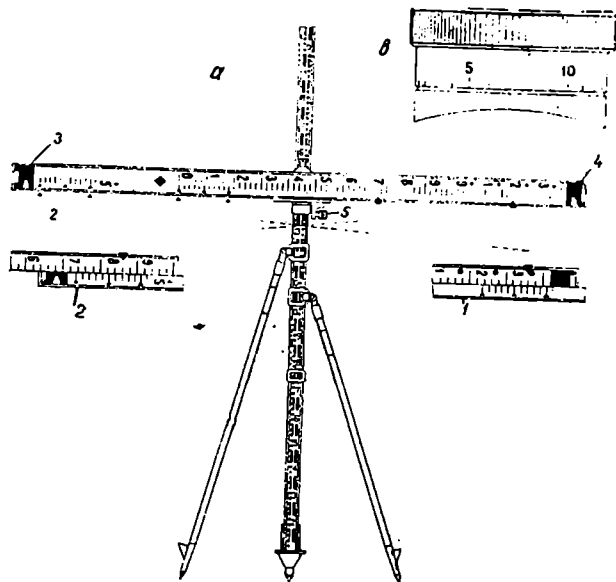
ვთქვათ.

$$a \operatorname{ctg} \left(\frac{\beta}{\cos \nu} \right) = K,$$

მაშინ სამუშაო ფორმულის სახე იქნება ასეთი:

$$I_{\theta} = K n. \quad (7.4.2,9)$$

ტაქსომეტრის კომპლექტში შედის ორი ლარტყა, რომელთაც აყენებენ შტანგაზე ან შტატივებზე (ნახ. 5). თვით ლარტყის სიგრძეა 2,09 მეტრი. ლარტყებზე დატანილია: ძირითადი სკალა ერთი დანაყოფის საფასურით 2 სმ; შიგა ნონიუსი 1; გარე ნონიუსი 2 (ორივე 0,2 სმ სიზუსტის), რომელიც შიგა ნონიუსისაგან გადაადგილებულია 0,5 მეტრით, რის გამოც ამ ნონიუსის შესაბამისი ანათვალის უნდა გაიზარდოს 0,5 მეტრით; ორი მარკა 3 და 4, რომელთა შორის



ნახ. 7.4.2.5.

მანძილია 2 მეტრი. იმავე ნახაზზე მე-5 არის სამიზნე, რომლითაც ლარტყას აყენებენ გასაზომი ხაზის მართობულად.

ლარტყების პირველი ინტერვალი შემცირებულია ორივე ნონიუსის ნულების ლარტყის ძირითადი სკალისაგან c მუდმივით მათი ნორმალური მდებარეობისაგან გადაწევით. ამიტომ (9) ფორმულაში არ შედის მისი ოდენობა

$$c = \frac{c_1 + c_2}{2} - 1 \text{ მმ,}$$

სადაც. არის მანძილი სამიზნე ჰოგრის ბრუნვის ღერძიდან ანალატურ წერტილამდე;

c_1 — მანძილი ლარტყის სიბრტყიდან შვეული შტანგის ღერძამდე;

1 მმ—რომბ-პრიზმის გამო ანათვლი დოლზე, როცა იგი მართობა ჭოგრის სამიზნე ღერძისა.

საჭირო ანათვლების ასაღებად ვისარგებლოთ (5) ნახაზით.

- | | |
|---|-----------|
| 1. ანათვლი ლარტყაზე, დიასტიმომეტრიული კუთხის შესაბამისად გადაადგილებული შიგა (1) ნონიუსის ნულამდე, არის | 1,233 მ |
| 2. ანათვლი დოლზე, რომლის ყოველი დანაყოფია 0,01 სმ (ნახ. 5 ^ა), არის | 0,0007 მ |
| სულ: | 1,2337 მ. |
| 3. ანათვლი ლარტყაზე გარე (2) ნონიუსის ნულამდე არის | 0,733 მ |
| 4. დოლზე კი არის | 0,0007 მ |
| 5. (2) ნონიუსის (1) ნონიუსისაგან გადაადგილებების გამო არის | 0,5000 მ |
| სულ | 1,2337 მ. |

მაშასადამე, (9) ფორმულით:

$$L_0 = \frac{1,2347 + 1,2357}{2} \cdot 100 = 123,52.$$

გამოცდილი დამკვირვებლები ანათვლებს პირდაპირ ამრავლებენ $K = 100$ კოფიციენტზე, მაგალითად, გარე ნონიუსითა და დოლით ანათვლი 123,4 მ + + 0,07 მ = 123,47 მ.

როგორც ვნახეთ, განხილულ ტაქომეტრს აქვს სამი ტიპის მანძილზომი:

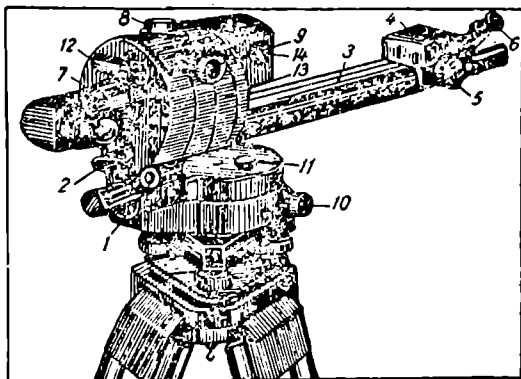
1. ძაფებიანი, შვეული და თარაზული ლარტყით;
2. ორმაგგამოსახულებიანი;
3. ვერტიკალურ წრედზე ტანგენსური სკალით.

B. ბაზისიანი რადიაციული ტაქომეტრი BRT—008

განხილად ტაქომეტრი მიეკუთვნება TB ტიპის მანძილზომების ჯგუფს. მას უშვებს გერმანიის დემოკრატიული რესპუბლიკის „ქარლ ცეისის“ საწარმო (ნახ. 6). იგი წარმოადგენს არაგანმეორებად ოპტიკურ კუთხსაზომ ინსტრუმენტს საბრუნავი ლიმიტით, რომელსაც გააჩნია ორმაგგამოსახულებიანი რედუქციული მანძილზომი ლარტყით ინსტრუმენტზე. იგი განკუთვნილია ძნელი მისადგომი ადგილების, დასახლებული ტერიტორიებისა და ღია სამთო გამოწამყვებების ასავეგმავად. თარაზულ და ვერტიკალურ მინის ლიმიტებზე ანათვლის აღება ხდება ერთი ცალმხრივი მიკროსკოპით 1, რომელიც მიმაგრებულია სამიზნე ჭოგრის სადგარზე. ლიმიტები ნათდება სარკით 2. ლიმიტებზე უმცირესი დანაყოფის საფასურია 1"; ასათვლელი სკალების უმცირესი დანაყოფების საფასურია 5'. მაშასადამე, სკალაზე თვლით საფასურის მეთადებას შეფასების შესაბამისი სიზუსტე იქნება 30". თარაზულ ლიმიტზე კუთხეები იზომება $\pm 15''$ საშუალო კვადრატული შეცდომებით, ხოლო შვეული ლიმიტზე—20".

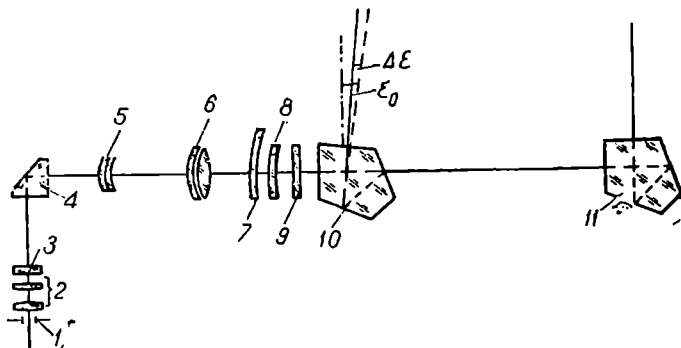
ბაზისის სახაზავი 3 და ვერტიკალური წრედი მიმაგრებულია სამიზნე ჭოგრის მუხლა ფორმის ბრუნვის ღერძზე. ობიექტივის თავისუფალა განხმულების ზედა ნახევარს ფარავს უძრავი პენტაპრიზმა 10 (ნახ. 7), რომელიც დამიზნების სხივს ზრის $K = 200$ შესაბამისი θ_0 კუთხით; ობიექტივის ქვედა ნაწილს კი ფარავს მოძრავი პენტაპრიზმა 11. უძრავი პენტაპრიზმა 10 მიმაგრებულია

ვერტიკალური წრედის კორპუსზე, ხოლო პენტაპრიზმა 11 შეერთებულია სახაზავის (ბაზისის) ნალოზე 4 (ნახ. 6), რომელიც მოძრაობს მიკრომეტრული ხრახნით 5, სახაზავზე ანათვლებს კი ვიღებთ ნალოზე დამაგრებული ლუპის 6



ნახ 7.4.2.6.

დახმარებით. სახაზავის (ბაზისის) სკალის სიგრძეა 305 მმ, ხოლო უმცირესი დანაყოფის საფასური კი 0,5 მმ. მაშასადამე, თუ ვიგულისხმებთ, რომ მასზე ლუპით 6 ანათვალს ავიღებთ საფასურის მეათედი შეცდომით, ანათვალის აღე-



ნახ. 7.4.2.7.

ბის სიზუსტე იქნება $\pm 0,05$ მმ, მანძილზომის კოეფიციენტის $K = \text{ctg } 17', 19 = 200$ ოდენობას შეესაბამება 1 სმ მანძილი.

სამიზნე ჭოგრი არის შიგაფოკუსთვაწყობიანი, რომლის საგანზე დაყენება ხდება რგოლით 7 (ნახ. 6). ჭოგრის დამტკეცი ხრახნია 8 ზემოთ, მიკრომეტრული ხრახნი 9 კი წინ. წრედ-ალიდადის დამტკეცი და მიკროხრახნი 10 არის

ჩვეულებრივი. ვერტიკალური ღერძის შვეულად დასაყენებლად ინსტრუმენტზე დამაგრებულია სფერული 11 და ცილინდრული თარაზო 12.

მანძილზომის გააჩნია ლინზებიანი კომპენსატორები 7, 8, რომლებიც დაყენებულია დამცავი ბრტყელ-პარალელური ფირფიტისა 9 და ჰოგარის ობიექტივის 6 შორის (ნახ. 7). კომპენსატორის ორი ნახევარლინზა (დადებითი 7 და უარყოფითი 8) ფარავს ობიექტივის ზედა ნახევარს. უარყოფითი ნახევარლინზა 8 უძრავია, ხოლო დადებითი ნახევარლინზა 7 შეერთებულია ვერტიკალური წრედის ალიდალის მუშტა მექანიზმის გადამცემ მილისზე. თავისი ღერძის გარშემო სამიზნე ღერძის ბრუნვის დროს მოძრავი ნახევარლინზა 7 გადაადგილდება პარალაქსური სამკუთხედის სიბრტყეში სახაზავის ღერძის პერპენდიკულარულად და სცვლის პარალაქსურ ε კუთხეს. ნახევარლინზის გადაადგილების ოდენობა ტოლია დახრის კუთხის კოსინუსისა და შეესაბამება მუდმივ კოეფიციენტ $K=200$. სახაზავის სკალაზე (ბაზისზე) n ანათვლი იქნება უკვე რედუცირებული შესაბამისი L_0 თარაზული მანძილისა, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$L_0 = Kn = 200n. \quad (7.4.2.10)$$

დიდი დახრის კუთხეების შემთხვევაში მარედუცირებელი მოწყობილობა ვერ მუშაობს ზუსტად. ამ შემთხვევაში განაზომ მანძილებში შეაქვთ შესწორებები, რომლებიც აითვლება სკალაზე 13 (ნახ. 6).

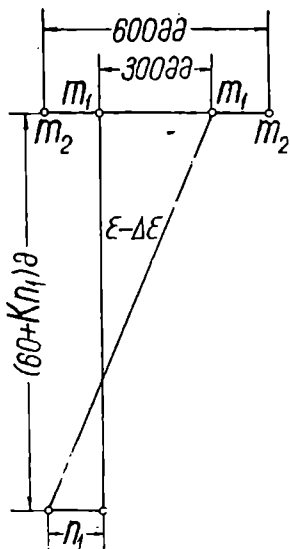
განხილავი მანძილზომით შეიძლება გაიზომოს 60 მეტრამდე მანძილი ისე, რომ მის ბოლოში დაყენებული არ იქნეს ლარტყა. მეტი მანძილების (180 მეტრამდე) გასაზომად მის კომპლექტში შედის დამატებითი ხაზის ბოლოში თარაზულად დასაყენებელი ლარტყა. ამ ლარტყაზე ორი შიგა და ორი გარე მარკა. პირველ მარკებს შორის მანძილია 300 მმ, ხოლო მეორე წყვილს შორის 600 მმ. მანძილების გაზომვა დამატებითი ლარტყის გამოყენებით ხდება კომბინირებულად—ინსტრუმენტული და არაინსტრუმენტული ბაზისის გამოყენებით მიზნების ღერძების აცდენის შესაბამისად. იმ შემთხვევაში, როცა დამატებითი ლარტყის შიგა m_1 , m_1 მარკებით ვსარგებლობთ (ნახ. 8), მანძილი განისაზღვრება ფორმულით:

$$L_0 = 60 მ + Kn_1, \quad (7.4.2.11)$$

ხოლო, როცა გარე m_2 , m_2 მარკებით ვსარგებლობთ, მაშინ

$$L_0 = 120 მ + Kn_2, \quad (7.4.2.12)$$

სადაც n_1 და n_2 არის ანათვლები სახაზავის სკალაზე.



ნახ. 7.4.2.8.

სარედუქციო მოწყობილობის თეორია

როგორც ცნობილია, დახრილი ხაზის პორიზონტზე დაყენა ხდება ფორმულით

$$\Delta L = L(1 - \cos \nu). \quad (7.4.2.13)$$

აგრეთვე ცნობილია, რომ მარედუცირებელი მოწყობილობის არმქონე მანძილში ისაზღვრება დახრილი ხაზი ფორმულით:

$$L = Kn, \quad (7.4.2.14)$$

სოლო მარედუცირებელი მოწყობილობის მქონე მანძილში თარაზული მანძილი გამოითვლება ფორმულით:

$$L_0 = Kn', \quad (7.4.2.15)$$

რომლებშიც ორივე შემთხვევაში K არის ერთი და იგივე; n და n' -- შესაბამისად, არარედუცირებული და რედუცირებული ანათვლები სახაზეებზე (ინსტრუმენტებზე დაყენებულ ბაზისებზე).

წევრობრივ გამოვავლოთ (14) ტოლობას (15) ტოლობა, მივიღებთ:

$$\Delta L = K(n - n') = K \Delta n. \quad (7.4.2.16)$$

მაშასადამე, (16) და (13) ტოლობების შედარებით დავწერთ:

$$K \Delta n = L(1 - \cos \nu), \quad (7.4.2.17)$$

საიდანაც ანათვლების შესწორება

$$\Delta n = \frac{L}{K} (1 - \cos \nu). \quad (7.4.2.18)$$

როგორც ცნობილია, $K = \text{ctg } \epsilon_0 = \frac{1}{\text{tg } \epsilon_0}$, რაც, ϵ_0 სიმციარის გამო, რადიანებში შეგვიძლია შევცვალოთ $\frac{1}{\epsilon_0}$ სიდიდით, რითაც (18) ტოლობა ასეთ

სახეს მიიღებს:

$$\Delta n = L \epsilon_0 (1 - \cos \nu), \quad (7.4.2.19)$$

სადაც $\epsilon_0 (1 - \cos \nu)$ იქნება პარალაქსური ϵ_0 კუთხის პორიზონტზე დაყენის შესწორება. განხილად ტაქტომეტრში ეს შესწორება ავტომატურად შედის პარალაქსური კუთხის ათვლის შედეგში კომპენსატორის მოძრავი ლინზის 7 (ნახ. 7) საშუალებით, რომელიც კოგრის ν კუთხით დახრის შესაბამისად გადაადგილდება q სიდიდით. იგი ემორჩილება დამოკიდებულებას:

$$\frac{q}{f} = \epsilon_0 (1 - \cos \nu), \quad (7.4.2.20)$$

სადაც f არის ნახევარლინზის მთავარი საფოკუსო მანძილი. (20) ტოლობიდან

$$q = f \epsilon_0 (1 - \cos \nu) = 2f \epsilon_0 \sin^2 \frac{\nu}{2}. \quad (7.4.2.21)$$

მოძრავი ნახევარლინზის q სიდიდით გადაადგილება ხდება ავტომატურ-

ინტერენტის აღნიშვნა	მანძილებისა და აღმატებების მოწყობილობა	დიაგრამის მრუდების კოეფიციენტები: მანძილების აღმატებების	ვანსაზღვრის შეტდომების 100 მ მანძილების აღმატებების სმ	სამიზნე ჯოგარი		
				გამადიდებლობა შხედელულობის არე	ძაბუბიანი მანძილმომების კოეფიციენტი	ფლუსობის უწყობი სახეობა, მ

ტ ა ქ ე ო მ ე ტ რ -

Dahlta—020	დიაგრამა	100	10—20	25×	200	3,0
		10, 20, 100	5, 10, 20	1° 13'		
TA—2	დიაგრამა	100	15—20	25×	100	2,0
		10, 20, 100	5, 10, 15	1° 15'		
TA—D1	დიაგრამა	100, 200	10—20	24×	—	3,0
		2, 50	5, 15	1° 11'		

ტ ა ქ ე ო მ ე ტ რ - ნ ა ხ ე ვ რ ა დ ა ვ ტ ო -

Redta—002	ორმაგვამოსახლე- ბიანი რედუქციუ- ლი მანძილმომების სოლებით. ტრიგონ- ომეტრიული ნივე- ლობა	—	2	25×	100	2,5
			2—5	1° 24'		
BRT—006	ორმაგვამოსახლე- ბიანი რედუქციუ- ლი მანძილმომების ბაზისით ინტრუ- მენტზე. ტრიგონო- მეტრიული ნივე- ლობა	—	6	15×	—	1,8
			5	2° 40'		

რად მუშტა მექანიზმის დახმარებით, რომლის პროფილი შეესაბამება (21) ტო-
ლობას. სამიზნე ჯოგარის დახრისას შესაბამისი მუშტა მექანიზმის პროფილის
მოსრიალე კონტაქტი გადაადგილებს კომპენსატორის ხსენებულ ნახევარლიწას
q სიდიდით, რომელიც შეესაბამება დახრის 'v კუთხეს. შესაბამისად ამისა,
ჯოგარის სამიზნე ღერძიც დამატებით გადაიხრება Δε კუთხით, რის გამოც
სახაზავის სკალაზე ანათვალში ავტომატურად შეეა Δn შესწორება. მაშასა-

ლოპები და ასათუელი მოწყობილობა				თარაზოს ერთი და- ნაყოფის საფასური		ინსტრუმენტის წინა შტაბის წონა	ლორტყის სიგრძე, კ წონა, კგ	საღ მზადება
ლოპების დამატარი თარაზული წრედის კვრტაკალური წრედის	სათუელის დანაყოფების საფასური	ასათუელი მოწყობილობა	ანათულების აღების სი- ზუსტე	აოიდალაზე				
				თარაზული წრედის	შეუული წრედის			

ა ბ ტ მ ა ტ ე ბ ი

$\frac{94}{74}$	1°	მიკროსკოპი სკალით	6"	30"	30"	8'	$\frac{4,4}{5,6}$	$\frac{4}{7}$	მღრ "კარლ- კეისი"
—	1° 10'	მიკროსკოპი სკალით მიკროსკოპი მაჩვენებლით	30" 1'	35"–50" 25"–35"	7'–15'	—	$\frac{4,0}{5,0}$	$\frac{3-4}{-}$	სარე
$\frac{77}{68}$	1°	მიკროსკოპი სკალით	6"	30"	30"	6'	$\frac{5,3}{5,1}$	$\frac{3}{4,8}$	ურს "კომე"

მ ა ტ ე ბ ი (რ ე დ უ ქ ი ს ი უ ლ ი)

$\frac{114}{74}$	1°	მიკროსკოპი სკალით	$\frac{6"}{12"}$	30"	30"	8'	$\frac{6,5}{5,6}$	$\frac{2,1}{-}$	მღრ "კარლ-კეისი"
$\frac{90}{90}$	1°	მიკროსკოპი სკალით	30"	—	30"	8'	$\frac{6,7}{-}$	—	მღრ "კარლ-კეისი"

დამე, (15) ფორმულაში გამოყენებული $n = n - \Delta n$ ანათვალი იქნება რე-
დუცირებული, რომელიც შეესაბამება ვაზომილი ხაზის ქვედებულს.

მანძილზომის მარედუცირებელ მოწყობილობას თუ გამოვრთავთ, მისი
საშუალებით შეიძლება ვაიზომოს დანრილი მანძილები. მარედუცირებელი
მოწყობილობა ჩართულია, როცა მის ბერკეტს გადაწვეთ ქვემოთ, და გამორ-
თულია ბერკეტის ზემოთ გადაწვეით.

აქ მილში $\epsilon = 0$, კოეფიციენტი $K = 200$. ამ უქანასკნელის შესწორება,

როცა ის არ უდრის 200, ხდება საგანგებო ხრახნით. საშუალოდ მისი სიზუსტეა 1 1700.

ამ თავში განხილული ინსტრუმენტების ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია (1) ცხრილში.

თ ა ვ ი

კუთხდამხაზი ინსტრუმენტები

კუთხდამხაზს ვუწოდებთ ინსტრუმენტს, რომლის საშუალებითაც ველზე დგება ადგილის ტოპოგრაფიული გეგმა. ამ მიზნით დგომის წერტილზე ორიენტირებულ ჰორიზონტულ სიბრტყეზე უშუალოდ იხაზება წვლილადების წერტილებზე მიმართებები და მათ შორის კუთხეები, იზომება დახრის კუთხეები, მანძილები და ზემოხსენებულ სიბრტყეზე ხდება ნიშნულებითურთ წერტილების ფიქსირება და ტოპოგრაფიული გეგმის ფანქრით გამოხაზვა.

კუთხდამხაზი ინსტრუმენტის კომპლექტში შედის მენზულა და კიპრეგელი.

მენზულა შედგება პლანშეტისა, შტატივისა და ზედადგარისაგან, რომელიც პლანშეტს აკავშირებს შტატივთან.

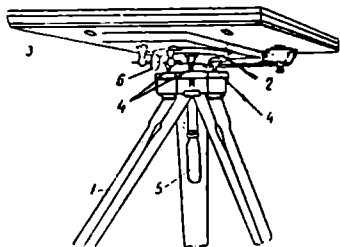
კიპრეგელით ხდება პლანშეტის ორიენტირება და მასზედ მიმართებების, კუთხეების დახაზვა, დახრის კუთხეებისა და მანძილების გაზომვები.

როგორც ვხედავთ, მენზულა კიპრეგელთან ერთად წარმოადგენს თავისებურ ტაქომეტრს და, მისგან განსხვავებით, მენზულით იაკეგმვის ის სახელწოდებით, გარდა აგეგმებისა, უშუალოდ ველზე ფანქარში იხაზება ადგილის ტოპოგრაფიული გეგმა, რაც საშუალებას გვაძლევს გეგმაზე მიღებული გამოსახულება შევადაროთ ნატურალურს.

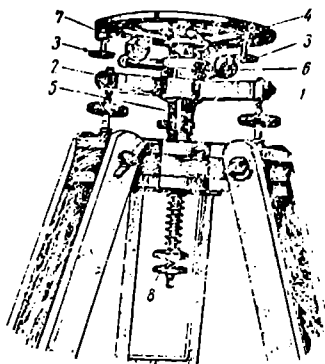
7.5.1. მენზულა და მისი ხელსაწყოები

მენზულები არსებობს ხისა (ნახ. 1) და ლითონის (ნახ. 2) ზედა დგარით. როგორც აღვნიშნეთ, მენზულა შედგება: შტატივის 1; ზედა დგარის 2 (ნახ. 1 და 2), რომელიც იდგება შტატივის სადგარზე (თავზე), და პლანშეტისაგან 3 (ნახ. 1), რომელიც მიემაგრება ზედა დგარს 2 სამი ამწევი (დამყენებელი) ხრახნით 4. ზედა დგარი აკავშირებს პლანშეტს შტატივთან ხერხემალა ხრახნით 5 და აგრეთვე მისი საშუალებით ხდება პლანშეტის თარაზულად დაყენება ხის ზედა დგარის ხერხემალა ხრახნით 5 მოჭერისა და დამაგრების შემდეგ მიკრომეტრული ხრახნით 6 მისი მცირედი ბრუნვით (ნახ. 1). როცა ხერხემალა ხრახნი 5 მოშვებულია, პლანშეტი შეიძლება ვაბრუნოთ ვერტიკალური ღერძის გარშემო. ლითონის ზედა დგარი (ნახ. 2) მიემაგრება შტატივის თავზე ხერხემალა ხრახნით 8. დისკოზე 4 ხრახნებით 3 მიმდგრებული პლანშეტი შე-

იძლება ვაბრუნოთ ინსტრუმენტის ვერტიკალური დერძის 5 ირგვლივ. ზედა დგარს აქვს დამტკეცი 6 და მიკრომეტრული ხრახნები, რომელთა საშუალებით შესაბამისად შეიძლება პლანშეტი დაეამაგროთ და შემდეგ მცირედ ვაბრუნოთ.

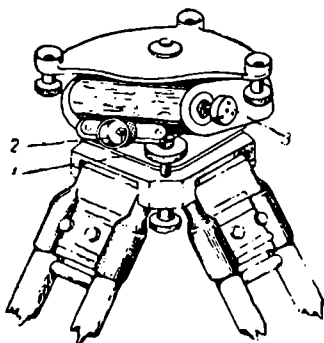


ნახ. 7.5.1.1.

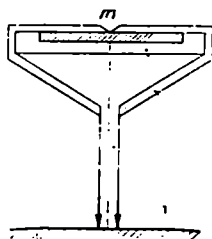


ნახ. 7.5.1.2.

ხის ზედა დგარს აქვს ხრახნი, რომლითაც ხდება ამწევი ხრახნების რეგულირება. ლითონის ზედა დგარი ფირფიტით 1 (ნახ. 3) შედარებით საიმედოდ ხდება ინსტრუმენტის დამაგრება შტატივზე და აქვს გაუმჯობესებული კონსტრუქცია დამტკეცი 2 და მიკრომეტრული 3 ხრახნის გამო.



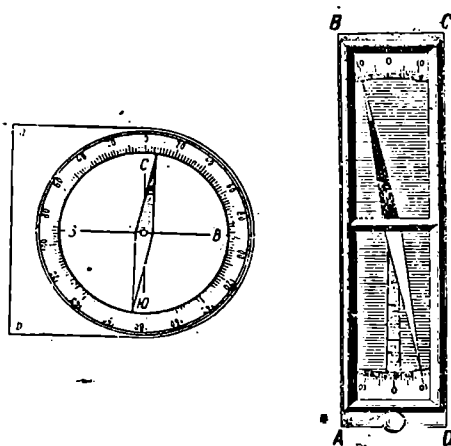
ნახ. 7.5.1.3



ნახ. 7.5.1.4.

მ ე ნ ზ უ ლ ი ს ხ ე ლ ს ა წ ყ ო ე ბ ი ა: შეველიანი ორითა, ცილინდრული თარაზო და ბუსოლი. შეველიანი ორითა (ნახ. 4) გამოიყენება პლანშეტის ადგილზე დაცენტრისათვის მხოლოდ მსხვილმასშტაბიანი აგეგმების დროს; ცილინდრული თარაზო, ჩვეულებრივ, მიმაგრებულია კიპრეგელის სახაზავზე და გამოიყენება ამწევი ხრახნების საშუალებით პლანშეტის ჰორიზონ-
18. 5. თევაძე

ტულად დასაყენებლად; მენზულის ბუსოლი (ნახ. 5^ა) გამოიყენება პლანშეტის ორიენტაციისა და მიმართულებების გაზომვისათვის, ხოლო კერნის ბუსოლი (ნახ. 5^ბ) — მხოლოდ ორიენტირებისათვის.

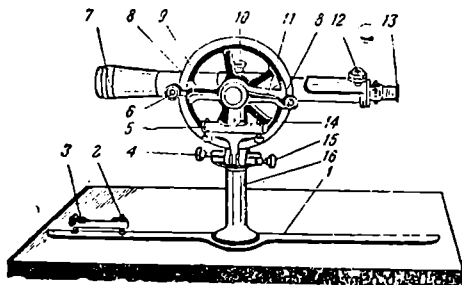


ნახ. 7.5.1.5.

7.5.2. კიპრამბელი

A. კიპრამბელი KB (ნახ. 1)

ამ ტიპის კიპრამბელს აქვს სახაზავი 1, რომელზეც დამაგრებულია ცილინდრული თარაზო 3 თავისი შემასწორებელი ხრახნებით 2; სვეტი 16, რომელიც დამაგრებულია სახაზავზე; სამიხნე ჭოგრი 7, რომელიც ბრუნავს მას-



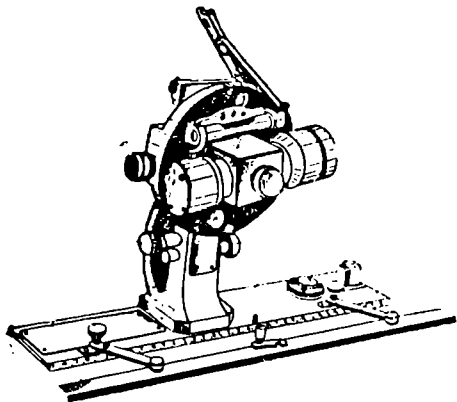
ნახ. 7.5.2.1.

ზედ მიღლებულ ვერტიკალურ წრედთან 9 ერთად. ჭოგრი არის გარეფოკუსთ-გაწყობის და გადაიყვანება ზენიტზე ობიექტივის მხრიდან ქვევით. თვალზე მისი დაყენება ხდება ოკულარის მილაკით 13, ხოლო საგანზე — კრემალიერით

12. ჰოგრის გამადიდებლობაა 25', მხედველობის არის საზომი 1°. მანძილზომის კოეფიციენტი. $C = 100$, ხოლო მუდმივი $c = 0,57$ მ. ჰოგრს აქვს დამტკეცი 10 და მიკრომეტრული ხრახნები 4. შიმშა ალიდადაზე ლუპით 6 ათვილია ვერნიერის 8 სიზუსტე $t = 1'$. ვერტიკალურ წრეზე ანათვლების აღების წინ ალიდადაზე 11 დამაგრებულ ცილინდრულ თარაზოს 5 ბუშტულას დავაყენებთ. ამბულის შუაში მიკრომეტრული ხრახნის 15 საშუალებით. ამ თარაზოს შემასწორებელია ხრახნი 14.

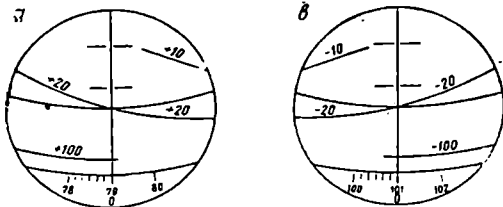
B. კინკეველ-ავტომატი (KB-1 (ნახ. 2)

განხილადი კიბრეველი A მუხლში განხილულ კიბრეველთან შედარებით უფრო ზუსტია. ამ ინსტრუმენტის სამიზნე ჰოგრი ტეხილია და იძლევა საგნის პირდაპირ გამოსახულებას; მისი გამადიდებლობაა $20\times, 5$; იგი შიგაფოკუსთგაწყობიანია; მასზედ დამაგრებულია 30" საფასურიანი ცილინდრული (რევერსიული) თარაზო, რომელიც შესაძლებლობას იძლევა შევასრულოთ გეომეტრიული ნიველობა.



ნახ. 7.5.2.2.

ჰოგრის ოკულარის მხედველობის არეში თანადროულად ჩანს (ნახ. 3): ძაფთა ბადე, ერთი ვერტიკალური და ორი მოკლე სამანძილო შტრიხი; ვერტიკალური ლიმიტის თითო გრადუსიანი დანაყოფები მიკროსკოპის ექვსი ათმინუტიანი დანაყოფების მქონე სკალით, რომელთა საშუალებით მასზე აიღება ანათვლები 6" სიზუსტით. „დალტას“ ტიპის ნომოგრამის სამანძილო და აღმატე-



ნახ. 7.5.2.3.

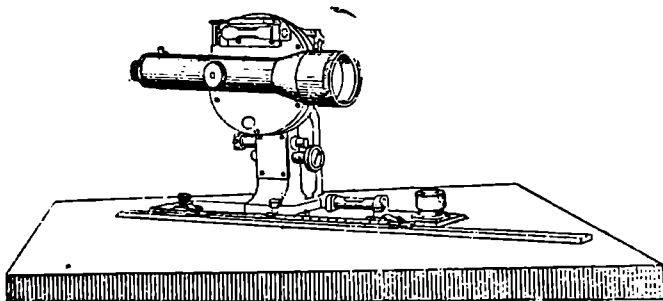
ბის რკალებით გასაზომი ხაზის ბოლოში ვერტიკალურად დავყენებულ ლარტყაზე აღებული (3 ნახაზზე ლარტყა არ არის) ანათვლებისა და კოეფიციენტე-

ბის ($K_1 = 100$, $K_2 = 10$ და 20) საშუალებით ავტომატურად მიიღება წერტილთა შორის თარაზული მანძილები და აღმატებები. ამ მიზნით კიპრეგელით უნდა ვიმუშაოთ ისე, რომ წრედოიკოს მარცხნივ (L), რადგანაც წრედი მარჯვნივ (R) ნომოგრამა ჰოგარის მხედველობის არეში არ ჩანს. სამუშაო მდგომარეობაში, ე. ი. (L), როცა დახრის კუთხე $\nu > 44^\circ$, ნომოგრამა სცდება მხედველობის არეს. ამიტომ ამ შემთხვევაში იყენებენ მოკლედაფებიან მანძილმზომის შტრიხებს, რომელთა კოეფიციენტი $K = 200$, ხოლო აღმატებები გამოითვლება ვერტიკალურ წრედზე აღებული დახრის კუთხის შესაბამისი ანათვლების სათანადო ფორმულებში შეტანით.

მინის ვერტიკალური წრედის ჩალითაზე დამაგრებულია ცილინდრული სარკიანი თარაზო. კიპრეგელის სახაზავი შედგება ორი ნაწილისაგან: ერთი ძირითადია, რომელზეც დამაგრებულია კიპრეგელის კოლონა (სვეტი), სფერული თარაზო და გორგოლაჟი, რომლის საშუალებით შეიძლება სახაზავი შევამართოთ აზიმუტით, მეორეა ვიწრო და გრძელი, რომელსაც ეწოდება პარალელური სახაზავი: იგი მიმაგრებულია ძირითად სახაზავზე სახარებიანი ბერკეტებით, რაც პარალელოგრამის პრინციპის მიხედვით საშუალებას იძლევა კიპრეგელის გადაადგილების გარეშე გადავიტანოთ პლანშეტზე გადასაღები წერტილები. ასეთი მოწყობილობა საშუალებას იძლევა ჰოგარი დავეუბნოთ წერტილს და თანადროულად სახაზავის დაცერებული მხარე შეუთავსოთ სასურველ წერტილს პლანშეტზე.

0. კიპრეგელ-ავტომატი KB-2 (ნახ. 4)

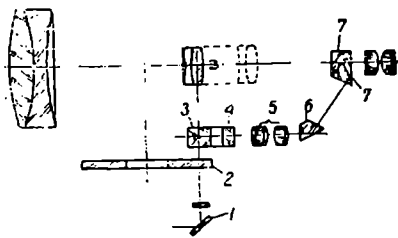
განხილავთ კიპრეგელის კოეფიციენტები $K_1 = 100$, $K_2 = 10$ და 20 იგივეა, რაც აქვს B მუხლში განხილულ KB-1 კიპრეგელს. მისი გამოყენება შეიძლება როგორც ავტომატისა, ისე როგორც ჩვეულებრივი კიპრეგელისა მინის ვერტიკალური წრედითა და მანძილმზომით. ამ კიპრეგელში მიღებულია დიაგრამისა და ვერტიკალური წრედის დანაყოფების ისეთივე სქემა, როგორც



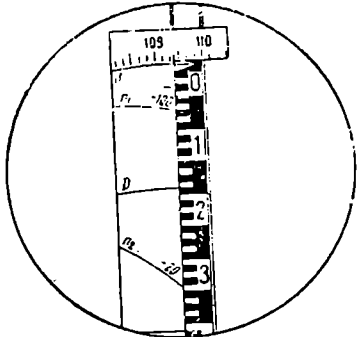
ნახ. 7.5.2.4.

აქვს TA-2 ტაქომეტრ-ავტომატს (ნახ. 7.4.1.9). მისი აღწერილობა ძირითადად ისეთია, როგორც KB-1 კიპრეგელისა.

კიპრეგელის მინის უძრავ ვერტიკალურ წრედზე, გარდა ზენიტური დაციფრვის გრადუსული დანაყოფებისა, დატანილია დიაგრამა ძირითადი წრეხაზის რკალისა, მანძილშომისა და აღმატებების რკალებისა. ვერტიკალური ლიზები 2 (ნახ. 5) ნათდება სარკით 1 და გეგმილდება ჰოგარის ოკულარის მხედველობის არეში შემდეგი გზით: ობიექტივი 5 და პრიზმები 3, 4, 6 იძლევა დიაგრამის გამოსახულებას 7 და 7' პრიზმის შეწყებებულ სიბრტყეში მოვერცხლილ P' ასოს მსგავს ზოლზე. ამ ზოლის კორიზონტულ ნაწილზე გამოსახება ვერტიკალური ლიზების დანაყოფები, ხოლო ვერტიკალურ ნაწილზე—ძაფთა ბადისა და დიაგრამის ძაფები. ლარტყის გამოსახულებასთან ერთად ყოველივე იხილება ჰოგარის ოკულარის მხედველობის არეში (ნახ. 5) მას შემდეგ, რაც ჰოგარი დამიზნებული იქნება ხაზის ბოლოში სანტიმეტრებიანი დანაყოფების მქონე ვერტიკალურად დაყენებული ლარტყისადმი. ჰოგარი არის შიგაფოკუსთვაწყოიანი, გამოსახულებას ვილებთ შებრუნებულს. ივი თავისი ღერძის გარშემო ბრუნავს უძრავი შეეული წრედის დამოუკიდებლად. შეწყებებულ პირთან პრიზმაზე 7 დატანილია სამი შტრიხი, რომელთაგან ერთი ვერტიკალურია ვერტიკალურ ლიზებზე ანათვლების ასაღებად და ორი თარაზუ-



ნახ. 7.5.2.5.



ნახ. 7.5.2.6.

ლი, რათა შეიძლებოდეს ჩვეულებრივ ძაფებიან მანძილშომად ჰოგარის გამოყენება (პორიზონტზე დაუყვანლად). თარაზულ შტრიხებს შორის მანძილს შეესაბამება კოეფიციენტი 100. იმისათვის, რომ ლარტყაზე მრუდების შესაბამისად მივიღოთ ზუსტი ანათვლები, საჭიროა ლარტყის გამოსახულება ზუსტად დავაყენოთ ზემოხსენებული ზოლის პირისპირ. მაგალითად, ასეთი მოქმედების შედეგად (6) ნახაზი გვიჩვენებს ჰოგარის ოკულარის მხედველობის არეში გამოსახულებას: ზოლის თარაზულ ნაწილზე ვერტიკალური წრედის ლიზების დანაყოფებისას და ამთვლელი ინდექსისას, რომლის მიხედვით ზენიტური მანძილი $\alpha = 109^{\circ}24'$, ანუ დახრის კუთხე $\nu = -19^{\circ}24'$; ზოლის ვერტიკალურ ნაწილზე ლარტყა და დიაგრამა, რომლის ძირითადი წრის H რკალი შეთავსებულია ლარტყის ნულოვან ინდექსთან, ხოლო რედუცირებული (პორიზონტული) მანძილის შესაბამისი ანათვლი ლარტყაზე მანძილშომი D რკალით $n_1 = 19$ სმ, ანუ (7.4.1.14) ფორმულით $L_0 = K_1 n_1 =$

$= 100 \cdot 19 \text{ სმ} = 19 \text{ მეტრს}$; დახრილი მანძილი კი გამოითვლება სამანძილო ძაფებით: ანათვალა 22,6 სმ—3,4 სმ=19,2 სმ, ე. ი. დახრილი მანძილი იქნება 19,2·100=19,2 მ; ანათვალა აღმატების პირველი რკალით $n_1=7 \text{ სმ}$, ე. ი. (7.4.1.15) ფორმულით $h_1=K_1 \cdot n_1=-100 \cdot 7 \text{ სმ}=-7 \text{ მეტრს}$, ხოლო აღმატების მეორე რკალით $n_2=34 \text{ სმ}$, ე. ი. $h_2=K_2 \cdot n_2=-20 \times 34=-6,8 \text{ მ}$. მაშასადამე, $h = \frac{h_1 + h_2}{2} = -6,9 \text{ მ}$. როდესაც დიაგრამის აღმატებების რკალებს

ნიშანი პლუსი აქვთ, აღმატებებიც პლუსით იქნება.

დიაგრამის სამანძილო რკალით თარაზული მანძილების ($K_1=100$) განსაზღვრა შეიძლება $\pm 45^\circ$ დახრის მქონე რელიეფის შემთხვევაში, რომელსაც შეესაბამება ვერტიკალურ წრედზე ანათვალა $45^\circ-135^\circ$ -მდე ინტერვალში.

დიაგრამის აღმატებების პირველი $K_2=10$ რკალით მუშაობა შეიძლება ვერტიკალური წრედის ლიბზე $79^\circ-90^\circ$ და $90^\circ-101^\circ$ ინტერვალებში, ხოლო $K_2=20$ რკალისათვის $58^\circ-84^\circ$ და $96^\circ-112^\circ$ ინტერვალებში, როცა $K_2=100$, მაშინ ინტერვალს იქნება $46^\circ-79^\circ$ და $101^\circ-134^\circ$.

თარაზის ღერძისადმი ჰოგარის პარალელურ მდგომარეობას წრედზე შეესაბამება ანათვალა 90° (ზენიტური დაციფერის გამო).

განხილავი კიპრეგელით, როგორც ვთქვით, შეიძლება მანძილების განსაზღვრა ძაფებიანი მანძილმზომის გამოყენებით, როცა წრედი მარჯვნივ (R) არის, ხოლო, როგორც აღვნიშნეთ, დიაგრამით კი—წრედი მარცხნივ (L) უნდა იყოს.

დახრის კუთხისა და შვეული წრედის ფორმულები იგივეა, რაც თეოლოლიტებისათვის. კიპრეგელის კომპლექტში შედის კოლოფისებრი ორიენტირბუხსოლი.

7.5.3. მენზულისა და კიპრეგელის შემოწმება

A. მენზულის შემოწმება

1. მენზულა უნდა იყოს თარაზულად და ვერტიკალურად მდგრადი. თარაზულობის სიმდგრადის შესამოწმებლად ზედადგარის საშუალებით შტატივზე დამაგრებული პლანშეტი დავაყენოთ თარაზულად და კიპრეგელის ჰოგარი დაუმიზნოთ რაიმე წერტილს. ნელა მივაპიროთ ხელი პლანშეტის ერთ-ერთ კუთხეს, ცხადია, ძაფთა გადაკვეთა ასცდება დამიზნებულ წერტილს. თუ ხელის აშვების შემდეგ ძაფთა გადაკვეთამ დაფარა იგივე წერტილი, პირობა დაცულია, ე. ი. მენზულა თარაზულად მდგრადია.

ვერტიკალურად მდგრადობის შემოწმებისათვის თარაზულად დაყენებულ პლანშეტს ზემოდან დავაპერთ კუთხეში ხელს მსუბუქად, რის გამო თარაზოს ბუშტულა გადაიხრება ნულპუნქტიდან. თუ ხელის აშვების შემდეგ ბუშტულას ცენტრი ისევ ნულპუნქტს დაუბრუნდა, პირობა დაცულია, ანუ მენზულა ვერტიკალურადც მდგრადია. არამდგრადი მენზულა შეიძლება გასწორდეს მხოლოდ სახელოსნოში.

აქვე შევნიშნავთ, რომ ხის მენზულები მეტ სიმდგრადეს ავლენს, ვიდრე ლითონის მენზულები.

2. პლანშეტის ზედაპირი უნდა იყოს ბრტყელი. თუ წიბოთი დადებული შემოწმებული სახაზავი პლანშეტზე სხვადასხვა მიმართულებით არ იძლევა 0,5 მმ მეტ ღრეჩოს (შუქს), მოთხოვნა დაკმაყოფილებულია. წინააღმდეგ შემთხვევაში პლანშეტი უვარგისია სამუშაოდ.

3. პლანშეტის მუშა ზედაპირი მისი ბრუნვის ღერძის პერპენდიკულარული უნდა იყოს.

შემოწმებული თარაზოთი ზედადგარის ამწევი ხრახნების დანმარებით პლანშეტს დავაყენებთ თარაზულად [16]. ვაბრუნებთ პლანშეტს ზედ დადებული თარაზოთი თავისი ღერძის გარშემო და ვუცქერით თარაზოს ბუშტულას იხრება თუ არა ნულბუნქტიდან მისი ცენტრი. თუ ეს გადახრა არ აღემატება 2—3 დანაყოფს, მოთხოვნილი პირობა დაკუთვლია. წინააღმდეგ შემთხვევაში სახელოსნო ასწორებს ამ ღეფექტს. ეს შემოწმება უმთავრესად ეხება ლითონის ზედადგარიან მენზულას, რომელსაც აქვს დამტკეცი ხრახნი.

I: მანულის ხელსაწყოების შემოწმება

1. კორიზონტულად დაყენებულ პლანშეტზე ორთითას (ნახ. 7. 5. 1. 4.) ზედა თამასის მიწინდექსი და ქვედა თამასის შვეულის ჩამოკიდების ადგილი ერთ შვეულზე უნდა იყოს.

თუ (7. 5. 1. 4) ნახაზე ნაჩვენები ორი მდებარეობის შედეგად ერთსა და იმავე წერტილზე დაყენებული ორთითას მიწინდექსი ჩამოკიდებული შვეულით ერთსა და იმავე წერტილზე გეგმილდება, მოთხოვნილი პირობა შესრულებულია. წინააღმდეგ შემთხვევაში უნდა გადაადგილდეს შვეული ორთითას ქვედა თამასაზე ისე, რომ მოთხოვნილი პირობა შესრულდეს.

მითითებული ნახაზის მიხედვით პირობა შესრულებული არ არის.

2. ბუსოლის შემოწმებები ისე სრულდება, როგორც ბუსოლისა, რომელიც გამოიყენება გეგმების საორიენტაციოდ [16, ბუსოლები].

0. კვ. კვ—1, კვ—2 კიპრეგელის შემოწმება

კვ კიპრეგელისათვის სრულდება შემდეგი შემოწმებები:

1. კიპრეგელის სახაზავის ქვედა ზედაპირი უნდა იყოს ბრტყელა, ხოლო დაცერებული წიბო—წრფე.

შემოწმებულ პლანშეტზე დადგმული კიპრეგელის სახაზავი მტკიცედ უნდა იყოს მიბრჭენილი პლანშეტზე. სახაზავის დაცერებულ წიბოთი ფანქრით: გავატარებთ წმინდა ხაზს და გადავდებთ 180° კიპრეგელს და ისევ გავატარებთ ხაზს, თუ ეს ხაზები დაემთხვა ურთიერთს, მოთხოვნილი პირობა შესრულებულია. წინააღმდეგ შემთხვევაში კიპრეგელის სახაზავი უვარგისია სამუშაოდ.

2. სახაზავზე დამაგრებელი ცილინდრული თარაზოს ღერძი პარალელური უნდა იყოს სახაზავის ქვემო სიბრტყის.

ამის შემოწმება სრულდება ცნობილი წესით ([16] თარაზოს თეორია და თეოლოლიტის III შემოწმება). კარგად უნდა წარმოვიდგინოთ, რომ კიპრეგე-

ლის სახაზავის 180° შებრუნება იგივეა, რაც თეოდოლიტის წრედ-ალიდადის 160° შებრუნება. დანარჩენი მოქმედებები ისევე სრულდება, როგორც თეოდოლიტში.

3. კოგრის სამიზნე ღერძი მართობი უნდა იყოს თავისი ბრუნვის ღერძისა.

ამის შემოწმება იგივეა, რაც თეოდოლიტის V შემოწმება [16].

4. კოგრის ბრუნვის ღერძი კიპრეგელის სახაზავის ქვედა სიბრტყის პარალელური უნდა იყოს.

ამის შემოწმებაც იგივეა, რაც თეოდოლიტის VI შემოწმება [16]. თანაბნედროვე კიპრეგელებს სათანადო შემასწორებელი ხრახნი არა აქვთ. მაშასადამე, ქარხნები უზრუნველყოფენ დასაშვები შეცდომის ფარგლებში ინსტრუმენტის დამზადებას. თუ მაინცდამაინც საჭირო გახდა შესწორება, ამასათვის სვეტის სახაზავზე მისამაგრებელ ხრახნებს მოვეუშვებთ და მის ქვეშ სათანადო მხარეზე დავედებთ ქაღალდს ან ალუმინის ფირფიტას და ისევ მოვეუკერთ აღნიშნულ ხრახნებს.

5. ძაფთა ბადის ვერტიკალური ძაფი მართობი უნდა იყოს კოგრის ბრუნვის ღერძისა. ამის შემოწმება იგივეა, რაც თეოდოლიტის IV შემოწმება [16]. პლანშეტი უნდა დავაყენოთ თარაზულად. ძაფთა ბადის გადაკვეთას ვუმიზნებთ რაიმე წერტილს და ვამოძრავებთ ვერტიკალურ სიბრტყეში კოგრს. თუ აღნიშნული წერტილი არ გადასცდა წვეულ ძაფს, პირობა დაცულია. წინააღმდეგ შემთხვევაში ძაფთა ბადის ფირფიტა უნდა შევებრუნოთ. ამის შემდეგ საჭიროა მესამე შემოწმების განმეორებით შესრულება.

6. კოგრის კოლიმაციური სიბრტყე უნდა გადიოდეს სახაზავის დაცერებულ წიბოზე ან იყოს მისი. პარალელური ძაფთა ბადის გადაკვეთის წერტილს დავუმიზნებთ რაიმე წერტილს და სახაზავით გავატარებთ პლანშეტზე წრფეს. ამ წრფის გასწვრივობაში ურთიერთ 2—3 დეციმეტრის დაშორებით დავასობთ ორ ნემსს და გავხედავთ, მათი საშუალებით თუ ხსენებული წერტილი მათ გასწვრივობაში მოხვდა, პირობა შესრულებულია.

თანამედროვე კიპრეგელებში სვეტები სახაზავზე მიდღებულა. ასე, რომ შესწორება შეუძლებელია. შეცდომიანი კიპრეგელით მუშაობა შეიძლება, რადგანაც ყოველ მიმართულებაში შევა ერთი და იგივე შეცდომა და კუთხეების ოდენობებზე გავლენას არ მოახდენს. ბუსოლით პლანშეტის ორიენტირების დროს კი ეს შეცდომა მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული.

7. შეეულის წრედის ნულად გილის შემოწმება ხდება ზუსტად ისე, როგორც თეოდოლიტის VII შემოწმება [16].

8. სამანძილო ძაფების დაშორება საშუალო ძაფიდან უნდა იყოს სიმეტრიული. განსაზღვრული უნდა იყოს მანძილშომის მუდმივი და C, K კოეფიციენტები (იხ. 7. 3. 2. პარაგრაფი).

KB—1 კიპრეგელისათვის დამატებით უნდა შესრულდეს შემდეგი შემოწმებები:

1. დამატებითი სახაზავის დაცერებული წიბო ძირითადი სახაზავის დაცერებული წიბოსაგან სხვადასხვა მანძილთ დაშორების დროს მუდამ უნდა იყოს მისი პარალელური.

კიპრეგელის უძრავ მდგომარეობაში გამოძრავებთ დამატებით სახაზავს და მისი დაცერებული წიბოთი ვატარებთ წვრილ ხაზებს, შემდეგ ვზომავთ მათ შორის უმოკლეს მანძილებს და თუ ეს მანძილები ურთიერთისაგან არ განსხვავდება 0,2 მმ-ით, პირობა დაცულია.

2. ჭოგრზე დამაგრებული. ცილინდრული თარაზოს დერძი პარალელური უნდა იყოს ჭოგრის სამიზნე დერძისა.

ამის შემოწმება იგივეა, რაც თეოდოლიტის VIII შემოწმება [16].

3. შვეული წრედის ნულადგილი ტოლი უნდა იყოს 90°;

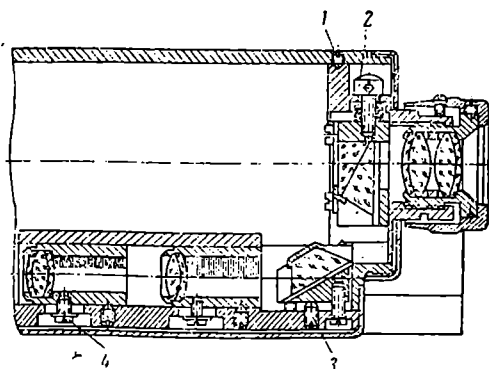
ამის შემოწმება იგივე წესით სრულდება, როგორც თეოდოლიტში (იხ.

OT—02 [16]).

4. დიაგრამის სიზუსტის შემოწმება. პორაზონტული მანძილებისა და აღმატებების საკონტროლო გაზომვების საშუალებით ვადგენთ შეცდომების ოდენობებს, რაც არ უნდა გადასცილდეს ინსტრუქციით დადგენელ ოდენობებს.

KB—2 კიპრეგელისათვის დამატებით უნდა შესრულდეს შემდეგი შემოწმებები:

1. კლანშეტის თარაზულ მდგომარეობაში პრიზმის მოვერცხლილი (ამალგამიანი) ზოლის მარჯვენა ნაწილს უნდა ჰქონდეს ვერტიკალური მდებარეობა, ანუ იგი უნდა იყოს ჭოგრის ბრუნვის დერძის მართობა.



ნახ. 7.5.3.1.

ამის შემოწმება ხდება ისევე, როგორც KB კიპრეგელის მეხუთე შემოწმება ან ვიყენებთ შვეულს. შესასწორებლად უნდა შებრუნდეს ჭოგრას

ოქულარის ნაწილი, რასთვისაც შევასუსტებთ ხრახნებს 1 (ნახ. 1) და შესწორების შემდეგ ისევე მოვეუქვართ.

2. ჰოგრის კოლაშაციური სიბრტყე უნდა იყოს მართობი მისი ბრუნვის ღერძისა, ანუ კოლაშაციური შეცდომა უნდა იყოს ნული ან მის ახლოს. თარაზულ პლანშეტზე დაყენებული კიპრეგელით ვუმზინებთ დაახლოებით თარაზული მიმართულებით ჰოგრს რაიმე წერტილს და სახაზავის დაცერებული წიბოს გასწვრივ გავატარებთ წმინდა წრფეს, შემდეგ შევებრუნებთ კიპრეგელს 180° და დავუმზინებთ ისევ იმ წერტილს და გავატარებთ შესაბამის წრფეს, თუ წრფეები ურთიერთს დაემთხვა, პირობა შესრულებულად ითვლება. წინააღმდეგ შემთხვევაში ვატარებთ პლანშეტზე გატარებული ხაზების ბისექტრისს და მასზე დავაყენებთ სახაზავის წიბოს. ცხადია, წერტილი გადაიხრება პრიზმის 7 მოვერცხლილი ზოლის მარჯვენა ნაწილიდან, რისთვისაც 2 ხრახნის საშუალებით (ნახ. 1) გადავადგილებთ პრიზმას 7 მანამ, სანამ წერტილის გამოსახულება არ დაემთხვევა მისი მოვერცხლილი ზოლის მარჯვენა ნაწილს (ნახ. 7. 5. 2. 5).

3. პრიზმის მოვერცხლილი ზოლის ნაწილში დიაგრაამის ძირითადი წრეხაზი უნდა მდებარეობდეს ამ ზოლის გამოწეული მარჯვენა ნაწილის ქვედა წახნაგის ქვემოთ.

მაშასადამე, აქ მოითხოვება, რომ ძირითადი წრეხაზის გამოსახულება იყოს პრიზმაზე 7 მოვერცხლილი ზოლის ჰორიზონტული ნაწილის ქვემოთ, ხოლო შვეული შტრიხი (ინდექსი) არ გამოდიოდეს ლიმბის გამოსახულების საზღვრიდან (ნახ. 7. 5. 2. 5).

ამ პირობის დაკმაყოფილება ხდება ხრახნის 3 საშუალებით (ნახ. 1).

4. შვეული წრედის ნულადგილი უნდა იყოს 90° .

ამის შემოწმება სრულდება ისევე, როგორც KB—1 კიპრეგელში.

ნულადგილის განსაზღვრისათვის შვეული წრედის R და L მდებარეობაში ერთი და იმავე წერტილზე დამიზნების დროს ამ წერტილს დავამთხვევთ დიაგრამის ძირითადი წრეხაზის რკალს და მოვერცხლილი წიბოს გადაკვეთის წერტილს (ნახ. 7. 5. 2. 6.).

გარდა ზემოხსენებული შემოწმებებისა, უნდა განისაზღვროს მანძილზომის კოფეციენტის ოდენობა და თუ იგი გადასცილდა 100-ს, $\pm 0,02$ -ზე მეტი გადაცილებისას უნდა შესწორდეს. ამისათვის კიპრეგელის ჰოგრის ბრუნვის ღერძიდან 100 მ მანძილზე შევუღლად ვაყენებთ ლარტყას და ხრახნის 4 (ნახ. 1) შესუსტებით თითოეულ ობიექტივს ფრთხილად ვადგილებთ მანამ, სანამ ჰოგრის თარაზულ მდებარეობაში ანათვალ ლარტყაზე არ აქნება 100. შემდეგ ხრახნს 4 ისევ დავამაგრებთ.

7.5.4. მაგიდულა KARTIE — 250

მაგიდულა-პლანშეტი კეთდება გერმანიის დემოკრატიულა რესპუბლიკის „კარლ ცეისის“ საწარმოში. იგი წარმოადგენს დამატებით ხელსაწყოს ტაქეომეტრ Dahlta—020, თეოდოლიტ Theo—020, ტაქეომეტრ Redta—002 და

ტაქსომეტრ BR1—006 ინსტრუმენტებისას და განკუთვნილია მსხვილმასშტაბიანი კუთხედამზახა აგეგმვებისათვის. მისი საშუალებით ყოველ ტაქსომეტრიულ სადგურზე კროკის ნაცვლად შეიძლება შედგეს გეგმები, რომელთა საშუალებით საბოლოოდ შედგება საერთო ტოპოგრაფიული გეგმა.

განხილავთ მაგიდულა მოთავსებულია ზედადგარსა და ზემოაღნიშნულ ერთ-ერთ ინსტრუმენტებს შორის, როგორც ეს ნაჩვენებია (1) ნახაზზე.

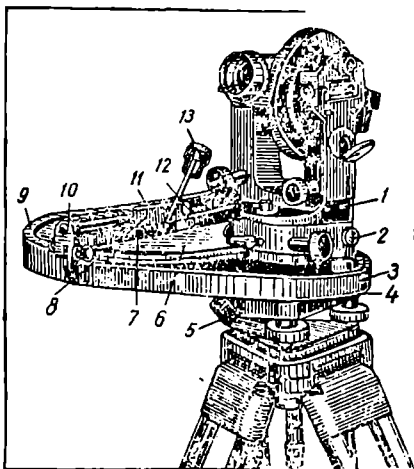
ინსტრუმენტის მილის იდგმება მაგიდულას 4 ზედადგარის მილისში (ნახ. 1) და მაგრდება ხრახნით 5, ხოლო წრედ-ალიდადა 1 უერთდება მოწყობილობის 2 საშუალებით მაგიდულას მოძრავ ნაწილს 3. მოძრავი ნაწილის 3 შიგ მოთავსებული მოწყობილობით მაგიდულას წრედ-ალიდადასთან ერთად ბრუნვის დროს სახაზავის ზედაპირი 6 ბრუნავს მაგიდულას ბრუნვის საწინააღმდეგოდ. ასე რომ, ნახაზის ორიენტაცია რჩება ყოველთვის უცვლელი.

ნახაზზე წერტილები დანიშნენა ხდება საგანგებო მოწყობილობით, რომელიც შედგება ხიდისაგან 7, მასზე დამონტაჟებულია ნალოები 8 შესაცვლელი მასშტაბური სახაზავით 11, ასაღნიშნი მოწყობილობებით და მანძილების ასათვლელი ინდექსი 12. ნალოები 8 შეიძლება გადავადგილოთ ქოგრის კოლიმაციური სიბრტყის პარალელურად და ვაბრუნოთ ძირითად ინსტრუმენტთან ერთად უძრავი გეგმის მიმართ.

სახაზავზე ანათვლები აიღება ლუპის 13 საშუალებით.

მაგიდულას კომპლექტში შედის გამოსაცვლელი ოთხი ცალი სკალეზიანი სახაზავი 1 : 1000; 1 : 2000; 1 : 2500; 1 : 5000 მასშტაბებისათვის, რომლებიც 250 მმ დიამეტრის მქონე გეგმაზე საშუალებას გვაძლევენ სადგურიდან შესაბამისად ვაწარმოოთ აგეგმვა 125; 250; 312; 625 მეტრის ფარგლებში. სახაზავების სკალაზე მასშტაბით მანძილების დაყენების სიზუსტე არაა $\pm 0,1$ მმ. მაგიდულაზე სახაზავ ქაღალდად შეიძლება გამოვიყენოთ კალკა ან სახაზავი ქაღალდი. სახაზავი ქაღალდის შეცვლა შეიძლება: ხილთან 7 ერთად რგოლის 9 მოხსნის შემდეგ. ქაღალდის შეცვლას შემდეგ ყოველთვის იხვე მაგრდება კლემათი 10. სახაზავი საფუძვლის წრის დიამეტრის 250 მმ.

მაგიდულათი მუშაობის წესი შემდეგია: ხისტი შვეულთ ხდება მისი დაცენტრვა წერტილზე. მასშტაბის 11 სკალის ნულზე დაყენებთ ინდექსს 12 და სახაზავი საფუძვლის ცენტრში დაენიშნავთ წერტილს. შემდეგ მაგიდულას



ნახ. 7.5.4.1.

ბრუნვით ჰოგარს დავემიზნებთ ადგილის წერტილს, რომლის კოორდინატებაც ცნობილია, და გვემის მასშტაბში შესაბამის სიგრძეს დაენიშნავთ მეორე წერტილს. ამით ვიღებთ გამოსავალ ხაზს, რომლის საშუალებითაც შედგება საერთო გეგმა. საპიკეტო წერტილებამდე მანძილები და აღმატებები ისაზღვრება ტაქტომეტრით. შემდეგ საპიკეტო წერტილების ცნობილი მანძილები და ნიშნულები გადაიტანება გეგმაზე.

როგორც აღვნიშნეთ, ცალკეული სადგურების გეგმებას საფუძველზე დგება საერთო გეგმა.

თ ა ვ ი VI

გეომეტრიული ნიველოგისათვის საპირო ინსტრუმენტები

ცნობილია, რომ ვერტიკალური აგეგმვების შედეგად ისაზღვრება წერტილების მდებარეობა ვერტიკალურ სიბრტყეში, რაც აუცილებელია კვაზი-გეოდაზისა და დედამიწის ნამდვილი სახის დასადგენად; ტოპოგრაფიულ გეგმაზე რელიეფის გამოსახაზავად და პროფილების შესადგენად; საინჟინრო ნაგებობების კვლევა-ძიების, დაპროექტებისა და მშენებლობისათვის; ლითოსფეროს საერთო და ადგილობრივი ვერტიკალური მოძრაობების შესასწავლად; ოკეანეებისა და ზღვების საშუალო დონეთა და მათ შორის სხვაობების დასადგენად და სხვა.

ვერტიკალური აგეგმვების მიზნით პირველ რაგში იზომება წერტილებს შორის ფარდობითი სიმაღლეები ანუ აღმატებები და შემდეგ რაიმე გამოსავალი დონეებრივი ზედაპირის მიმართ ერთ-ერთი წერტილის ცნობილი ნიშნულის საფუძველზე ისაზღვრება დანარჩენი წერტილების ნიშნულები.

მოქმედებთა ერთობლიობას, რომლის საშუალებითაც იზომება წერტილთა შორის აღმატება, ეწოდება ნ ი ვ ე ლ ო ბ ა. ნიველობა სრულდება სხვადასხვა მეთოდებით, როგორცაა: 1. გ ე ო მ ე ტ რ ი უ ლ ი (პიდროსტატიკური, ვატერპასით და ნიველირით); 2. ტ რ ი გ ო ნ ო მ ე ტ რ ი უ ლ ი; 3. ფ ი ზ ი კ უ რ ი (ბარომეტრული, რადიოლოკაციური); 4. მ ე ქ ა ნ ი კ უ რ ი (ველოსიპედებსა და ავტომანქანებზე მოწყობილი დანადგარები) და 5. ს ტ ე რ ე ო ფ ო ტ ო გ რ ა მ მ ე ტ რ ი უ ლ ი.

განხილად თავში განხილული იქნება გეომეტრიული ნიველობისათვის საპირო ინსტრუმენტები.

გ ე ო მ ე ტ რ ი უ ლ ა ნ ი ვ ე ლ ო ბ ა ა რ ი ს ნ ი ვ ე ლ ო ბ ა ჰ ო რ ი ზ ო ნ ტ უ ლ ი სამიზნე სხევის საშუალებით. აქ აღმატებები იზომება უშუალო გაზომვების (კონგლომერაციის გამოყენების) შედეგად.

7.8.1. გეომეტრიული ნიველოგისათვის საპირო

უზარტივისი ინსტრუმენტები

4. პიდროსტატიკური ნიველირი

პიდროსტატიკური ნიველირის მოქმედება ეყარება ფიზიკურ კანონს—ზიარ ჰურჰელში თავისუფალ (მშვიდ) მდგომარეობაში მყოფი სითხე ქმნის კორიზონტულ სიბრტყეს, ანუ დგება ერთი და იმავე დონეზე ჰურჰელის გა-

წივი კვეთილობების ოდენობის, სითხის მასისა და წერტილთა შორის აღმატებლების მიუხედავად. ამ თვისების შესაბამისად შექმნილ ჰიდროსტატიკურ ნიველირებში ავტომატურად მოყავთ სამაზნე სხივი ჰორიზონტულ მდგომარეობაში.

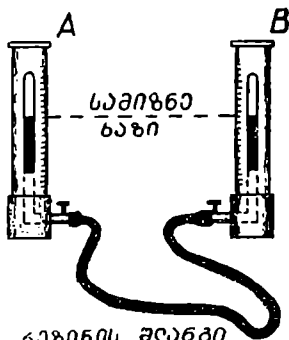
სამშენებლო-სამონტაჟო, სამთო დეფორმაციებზე, საგვირაბო, კესონები-სა და აზოპვით სამუშაოებზე იყენებენ წყლის ან, ანუ შლანგიან ნიველირებს. იგი შედგება ლითონის ან პლასტმასის ჩარჩოში მოთავსებულა სითხის საზომი მინის ორი ჭურჭლისაგან, რომლებიც შეერთებული არაჲ 40--20 მ (შეიძლება უფრო გრძელიც—200 მეტრამდე) სიგრძის რეზინის შლანგით (ნახ. 1).

აღნიშნული ჩარჩო იცავს მინის ჭურჭლებს დაზიანებისაგან და ავრთვევ ატრულებს ლარტყის ფუნქციას, რომელზეც დაშტრინულია მილიმეტრებიანი ან სანტიმეტრებიანი სკალა ზრადლი წარწერებით ქვემოდან ზემოთ. ძველად მათ უწოდებდნენ 1890 წელს მისი გამომგონებლის რუსი ინჟინრის შტრაუსის ლარტყებს. შტრაუსის ლარტყების სიგრძე შეიძლება იყოს 0,40--2 მეტრამდე. მილაკებსა და შლანგში ასხამენ

გადალულებულ და გავრილებულ შეფერილ წყალს პირამდე, რის შემდეგ წყალს გადმოღვრიან და დააყენებენ მილაკების სიმაღლის ნახევარზე. ასეთ ნიველირის თუ დაყავენებთ სხვადასხვა სიმაღლის მქონე წერტილზე, მათ შორის აღმატებას განსაზღვრავს სკალაზე წყლის დონის შესაბამისი ანათვლების სხვაობა. ცხადია, უფრო დიდი ანათვლი შეესაბამება დაბალი სიმაღლის წერტილს. ნიველირის შესამოწმებლად ორ წერტილს შორის აღმატებას განსაზღვრავენ ორჯერ. დააყენებენ მილაკებს (ლარტყებს) შეუულად და განსაზღვრავენ მათ შორის აღმატებას, შემდეგ ადგილს შეუცვლიან ლარტყებს და ისევ განსაზღვრავენ მათ შორის აღმატებას. ორივე შემთხვევაში შედეგი უნდა იყოს ერთნაირი. განსხვავება შეიძლება გამოიწვიოს სკალის ნულების არაზუსტად დასმამ, დანაყოფების შეცდომებმა, შლანგში ჰაერის არსებობამ და სხვ.

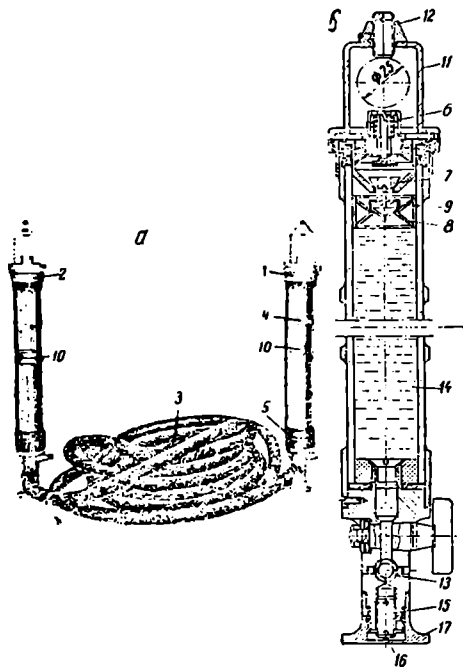
ასეთი ნიველირით აღმატებები ისაზღვრება 1—2 მმ შეცდომით. შლანგიან ნიველირებში აწყოზენ საგანგებო მიკროზრახნებს ჭურჭლებში წყლის დონის ზუსტად ფიქსირებისათვის, რითაც 8—10-ჯერ აზრდება ნიველობის სიზუსტე.

მაგალითად, შლანგიანი ტექნიკური ნიველირი HMT—1 (ნახ. 2) წარმოადგენს ორ ერთნაირ ჭურჭელს 1 და 2, რომლებზეც დაშტრინულია სკალები. ჭურჭლება მოთავსებულია ლითონის ჩარჩოებში. მინის ჭურჭლების ბოლოები დაზურულია საცობებით; ზედა სახურავს აქვს ხელის სატკველი 6, რომლითაც ხდება ჭურჭლის ჰერმეტიზაცია ტრანსპორტირების დროს. ავტომატიურ სარკვლებით 7 და 8 (ნახ. 2*) კი ხდება ჰაერის გაშვება სითხის საზომი ჭურჭლებით



ნახ. 7.6.1.1.

ბიდან; სითხის დაქვევებისაგან დაცვა შემთხვევით სითხის დონის აწევის ან ქურკლის გადაბრუნების გამო და სხვა. მაგალითად, (2^ა) ნახაზზე ნაჩვენებია მომენტი წყლის დონის აწევის დროს ავტომატური საჩქვლის 8 ნაწილმა 9 რომ გადაუკეტა გზა წყალს მისი დონის აწევის შესაზღუდავად. მინის ქურკლსა სკალაზე წყლის დონის შესაბამისი წერტილის ფიქსაცია ხდება ქურკელში ჩაგდებული ღრუ ტივტივათი 10, რომლის ზედაპირზე დატანილია რგოლური წითელი კაწრული (ნახ. 2ა). (2^ბ) ნახაზით წარმოდგენილ ქრილზე 11 არის



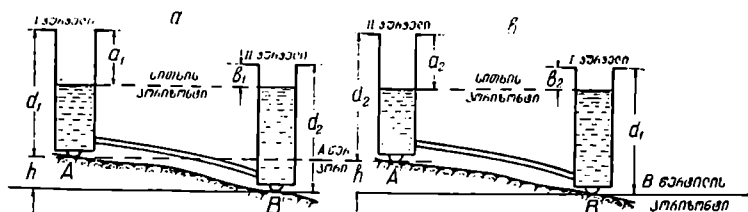
ნახ. 7.6.1.2.

ჩარჩო, რომელზეც მოთავსებულია ორმხრივი საყრდენი ქუსლა 12. ამ ქუსლის ზემო სიბრტყეს იყენებენ სანიველო წერტილის ქვემოდან ქურკლის მისადგმელად, ხოლო ქვემო სიბრტყით ხდება ქურკლის ჩამოკიდება რეპერზე. ქურკლის ქვემო ნაწილშია ონკანი 13, რომელსაც უერთდება რეზინის შლანგი 3. ქვედა საყრდენი ქუსლი 15 წვეტანას 16 საშუალებით იდგმება გრუნტის რეპერზე. ონკანი 13 იკეტება ნიველირის ტრანსპორტირების დროს, როცა საჭიროა სითხის საზომი ქურკლების დადგმა ფუნდამენტებზე, ფუძეებზე, ფილებზე და სხვ., მაშინ მათ ქვემოდან ეხრახნება ბრტყელი საყრდენი ქუსლები 17. 0°-ზე მაღალი ტემპერატურის დროს ქურკლებში ასხამენ დისტილირებულ ან

გადაღულებულ რბილ წყალს, ხოლო—25°—30° ტემპერატურის დროს იყენებენ დენატურატს, 50% წყლისა და აცეტონის ნარევის ან 20—25% წყლისა და ქლორის კალციუმის ნარევის. განხილადი НШТ—1 ნიველირის ტექნიკური მაჩვენებლებია: სითხის საზომი სკალის სიგრძე 200 მმ; სკალის უმცირესი დანაყოფის საფასური 1 მმ; თვალით ანათვის აღების შეცდომა 0,2 მმ; სკალაზე დასმული ციფრები ყოველ 10 მმ; ინსტრუმენტის ერთი დაყენებით შეიძლება გაიზომოს აღმატება ±200 მილიმეტრამდე; ყოველი ცალკეული განაზომის საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოდის ±1—2 მილიმეტრამდე.

მაღალი სიზუსტის სამონტაჟო სამუშაოებზე იყენებენ ისეთ ჰიდროსტატურ ნიველირებს, რომლებშიც წყლის ნაცვლად ასხია ვერცხლისწყალი, ავ-

რეტე დაყენებული აქვთ საგანგებო მიკრომეტრი. ამ შემთხვევაში ინსტრუმენტის კონსტრუქცია თავისებურია, რომელსაც შემდეგი გეომეტრიული საფუძველი აქვს (ნახ. 3): ჩვეულებრივ, B წერტილის h აღმატება A წერტილის მიმართ, როგორც ცნობილია, ისაზღვრება ამ წერტილებზე დადგმულ ზიარ ჭურჭელში გაზომილი სითხის სვეტების სიმაღლეების სხვაობით. თითოეულ ზიარ



ნახ. 7.6.1.3.

ჭურჭელში სითხის სვეტის სიმაღლე შეიძლება გამოისახოს ამ ჭურჭლების ცნობილი d_1 და d_2 სრული სიმაღლეებისა და სითხის დონეებიდან შესაბამის ჭურჭლების ზემო ნაპირამდე a_1 და b_1 მანძილების განაზომების საშუალებით. მაგალითად, (3 ა) ნახაზის მიხედვით A წერტილზე დადგმული ჭურჭლის სითხის სიმაღლე იქნება $(d_1 - a_1)$ და B -ზე კი $(d_2 - b_1)$. მაშასადამე, აღმატება გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$h = (d_2 - b_1) - (d_1 - a_1), \quad (a)$$

რომელიც შეიძლება ასე გადაიწეროს:

$$h = (d_2 - d_1) - (b_1 - a_1). \quad (b)$$

ჯოველ წყვილ ჭურჭელში $d_2 - d_1$ სხვაობა მუდმივია; ამიტომ იგი აღვნიშნოთ ერთი სიმბოლოთი

$$d_2 - d_1 = K, \quad (7.6.1.1)$$

მაშინ (b) ტოლობა ასე გადაიწერება:

$$h = K - (b_1 - a_1). \quad (7.6.1.2)$$

(2) ფორმულაში h და K უცნობია, მაშასადამე, საჭიროა ანალოგიური მეორე განტოლება. ამ მიზნით შეგუვცვალოთ ადგილები I და II ჭურჭელს, რის შესაბამისად დაეწერათ:

$$h = (d_1 - b_2) - (d_2 - a_2),$$

ანუ

$$h = (a_2 - b_2) - (d_2 - d_1),$$

ხოლო (1) ტოლობის გათვალისწინებით დაიწერება:

$$h = (a_2 - b_2) - K. \quad (7.6.1.3)$$

(2) და (3) ტოლობის შეკრებით მივიღებთ:

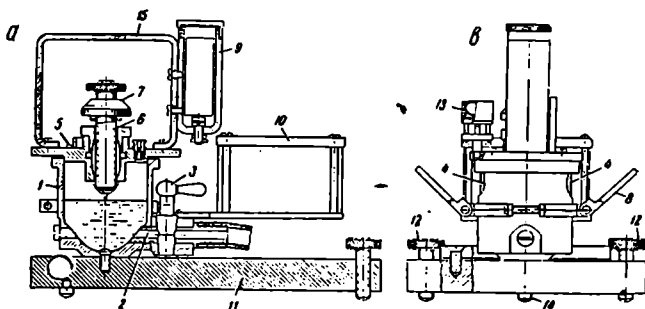
$$h = \frac{(a_2 - b_2) - (b_1 - a_1)}{2}, \quad (7.6.1.4)$$

ხოლო (3) და (2) ტოლობათა სხვაობით:

$$K = \frac{(a_2 - b_2) + (b_1 - a_1)}{2} \quad (7.6.1.5)$$

(5) ტოლობით K ოდენობის განსაზღვრის შემდეგ ანგარიშობიან აღმატების ოდენობებს ერთ-ერთი (2), (3) ფორმულის საშუალებით.

ზემოთ მოყვანილი სქემისა და ფორმულების შესაბამისი კონსტრუქცია დამუშავებულ იქნა 1952 წელს მოსკოვის გეოდეზიისა, აეროაგეგმისა და კარტოგრაფიის საინჟინრო ინსტიტუტში (ნახ. 4). იგი წარმოადგენს ლითონის ცუ-



ნახ. 7.6.1.4.

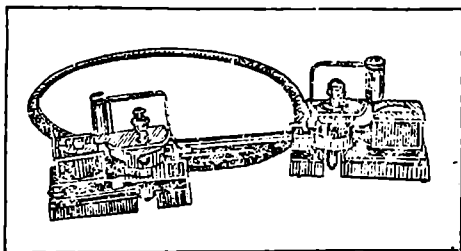
ლინდრული ფორმის ორ ჭურჭელს, რომელთა ძირი არის ნახევარსფეროს სახის. სამუშაო სითხედ ჩასხმულია ვერცხლისწყალი. ჭურჭლის I ქვედა ნაწილში არის ნახვრეტი 2, რომელზეც მიხრახნილია მილაკი ონკანით 3. მილაკის მეორე მხარეს აცობენ რეზინის 10—15 მეტრის სიგრძის შლანგს, რომლითაც I ჭურჭელი უერთდება II ჭურჭელს. ჭურჭლის ზემო ნაწილში ურთიერთმობირდაპირე მხარეზე დაყენებულია სარკმლები 4 (ნახ. 4^ა), რომლებიც მჭიდროდ არიან დახურული პლექსიგლასით (ორგანიული მინით). ჭურჭელი ზემოდან დახურულია ხუფით 5, რომლის ცენტრში გადის მიკროხრახნი 6 სკალიანი დოლით 7. დოლის სკალის ერთი დანაყოფის საფასურია 0,005 მმ. მიკროხრახნის ბოლო არის წვეტიანი, რომლითაც ხდება კონტაქტი ვერცხლისწყლის დონესთან. კონტაქტის ფაქტი ჩანს ზემოხსენებული სარკმლებიდან 4, რომლებიც ეცემა გაძლიერებული სინათლე სარკეებიდან 8.

მიკრომეტრული ხრახნის წვეტისა და ვერცხლისწყლის დონის კონტაქტის ზუსტად დადგენა ხდება მილიამპერმეტრის საშუალებით ელექტრული ჯაჭვის ჩართვა-გამორთვის გზით. ამისათვის ჭურჭელზე (ნახ. 4^ბ) მიმაგრებულ მასრაში 9 ჩადგმულია მშრალი ბატარეა, რომლის ერთი პოლუსი უშუალოდ შეერთებულია მილიამპერმეტრისადმი 10; ხოლო მეორე ბოლო ელექტრომაფთულით შეერთებულია ზემოხსენებულ მიკროხრახნთან. როცა მიკროხრახნის წვეტი შეეხება ვერცხლისწყლის დონეს, ელექტრო ჯაჭვი ჩაირთვება და დენი გაივლის ვერცხლისწყალს და შემდეგ ელექტრომაფთულით გადაეცემა მილიამპერმეტრის 10 მეორე კლემას.

თითოეული კურკელი მიმაგრებულია საყრდენ ფილაზე 11, რომელსაც აქვს მოწყობილი ორი ამწევი ხრახნი 12. ინსტრუმენტის დასაყენებლად იყენებენ სფერულ თარაზოს 13, რომლის ღერძი მიკროხრახნის ღერძის პარალელურია (ნახ. 4^ა). მიკროხრახნის გაგრძელების შესაბამის ადგილას ფილაზე 11 დაყენებულია ნახევარსფერული თავიანი შტატივი 14, რომლითაც ინსტრუმენტი მუშაობის პროცესში დგება წერტილებზე. გადატანისათვის ინსტრუმენტს აქვს სახელური 15, ონკანი 3 კი იკეტება. განხილავი ინსტრუმენტის საერთო ხედი გამოსახულია (5) ნახაზზე.

წერტილთა შორის აღმატების განსაზღვრისათვის კურკლებს აყენებენ მათზე ისე, რომ მათი საყრდენი შტიფტების ნახევარსფეროები 14 შეუთავსდეს ამ წერტილებს. შემდეგ აღებენ ონკანს 3 და იკლიან მანამ, სანამ კურკლებში ეტრცხლისწყლის დონე არ დამშვიდდება. ბოლოს მიკროხრახნის 6 ბრუნვით აღწევენ კონტაქტს

ვერცხლისწყლის დონესთან და იღებენ a_1 და b_1 ანათვლებს ხრახნების დოლზე 7. კონტაქტის მომენტს ადგენენ თვალით ან ელექტროჯაქვის ჩართვა-გამორთვით. შემდეგ უცვლიან ადგოვას კურკლებს და



ნახ. 7.6.1.5.

მიღებული წესით იღებენ დოლებზე a_2 და b_2 ანათვლებს. მერე (5) ტოლობით ადგენენ K -ს ოდენობას და (2), (3) და (4) ფორმულებით საზღვრავენ k აღმატების ოდენობას.

იმ შემთხვევაში, როცა K წინასწარ არის საიმედოდ განსაზღვრული, აღმატებას საზღვრავენ კურკლების ერთჯერ დაყენების შესაბამისად (2) ან (3) ტოლობით, რითაც იზრდება შრომისნაყოფიერება, მხოლოდ მცირდება სიზუსტე და არ გვექნება კონტროლის საშუალება, რომელიც სრულდება K სიდიდის ოდენობის მუდმივობის პირობის მოთხოვნით.

ცდებით დადგენილია, რომ ასეთი კონსტრუქციის ნიველირით ყოველ სადგურზე აღმატების ერიომაგი განაზომის საშუალო კვადრატული შეცდომა $m_A = \pm 6-7$ მკმ.

ამჟამად ჩვენში ამზადებენ ანალოგიური კონსტრუქციის შლანგიან ნიველირებს წყლით. დოლის საფასურია 0,01 მმ. შლანგის სიგრძე 50 მეტრი. დახურულ შენობაში მისი საშუალებით განსაზღვრული აღმატების ერთჯერ განსაზღვრის საშუალო კვადრატული შეცდომა $m_A = \pm 5-8$ მკმ.

შლანგიანი ნიველირების სისტემა კარგ შედეგს იძლევა ნაგებობათა კონსტრუქციული ელემენტების დეფორმაციების დადგენის დროს. ასეთ სისტემებში შედის რამდენიმე 6-8 მმ დიამეტრის ლარტყა (მილაკი) მილიმეტრებიანი სკალებით, მიკრომეტრებით და 2-4 მინის კურკელი-რეზერვუარები. ლარტყებს აყენებენ გამოსაცდელი ნაგებობის შესასწავლ კონსტრუქციულ ელემენტებზე, რომლებიც ურთიერთშეერთებული არიან

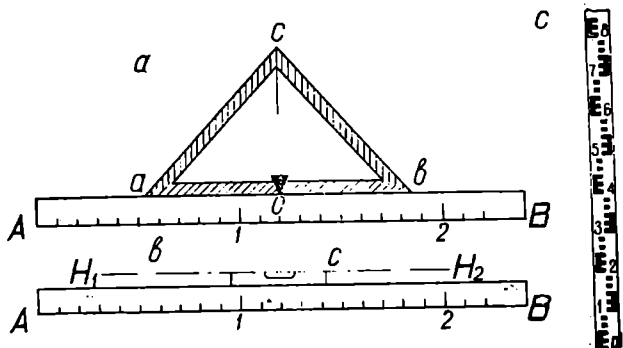
რეზინის შლანგებით და შეფერილ სითხეს ცოტა სპირტს უმატებენ, ხოლო რეზერვუარებს აყენებენ იმავე ან სხვა ნაგებობის მდგრად, მტკიცე (უცვლელ) ელემენტზე, რითაც საშუალება ეძლევათ დაადგინონ შესასწავლი ელემენტების როგორც ურთიერთის, ისე მყარი ელემენტების მიმართ ვერტიკალური დეფორმაციების ოდენობები.

შლანგიანი ნიველირები დიდად გამოიყენება სხვადასხვა საზღვაო სრუტეებში სიმაღლეების ზუსტად გადასაცემად. ამისათვის სრუტის გასწვრივ ნაპირის დონიდან დაახლოებით ტოლ სიმაღლეზე დააყენებენ ლარტყებს (ჭურჭლებს), რომელთაც ერთმანეთთან აერთებენ სრუტის ფსკერზე გაყვანილი ტყვიის მილებით. შემდეგ ერთ-ერთ ჭურჭელში ასხამენ აღუღებულ წყალს მანამ, სანამ დანარჩენი არ გაივსება. სთვლიან, რომ ჰაერის ტოლი წნევების შეზღვევაში წყლის დონეები ჭურჭლებში ტოლი იქნება. მაშასადამე, ნიშნულები გადაცემული იქნება. თუ თანადროულად წყლის დონეს ზუსტი ნიველირით დაეკავშირებთ ახლობელ რეპერს. საერთოდ შლანგიანი ნიველირებით მუშაობის დროს საჭაროა ანგარიში გაეწიოს წნევასა და ტემპერატურას:

177 B. ვატერპასი

ვატერპასს იყენებენ მაშინ, როცა დიდი დაქანებაა ორ ცნობილ ნიშნულიან წერტილს შორის ან როცა ნიველირით ცუდად იმზირება აღნიშნული წერტილები. აგრეთვე იგი ხშირად გამოიყენება მშენებლობისა და დანადგარების მონტაჟის დროს. ვატერპასით წერტილებს შორის თანადროულად იზომება თარაზული მანძილები და აღმატებები.

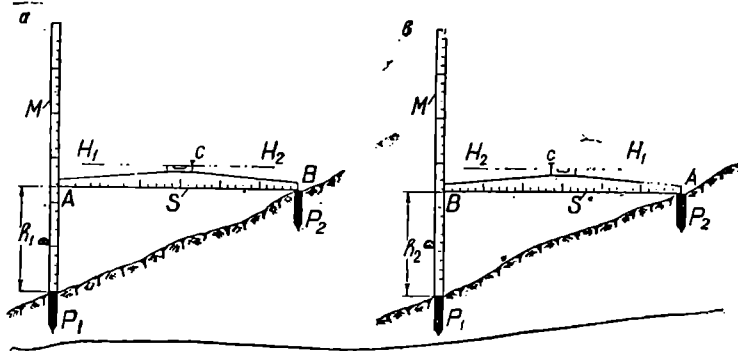
ვატერპასი გვხვდება შვეულით და თარაზოთი. პირველ შემთხვევაში 2—3 მ სიგრძისა და 6×6 სმ კვეთილობის *AB* ძელაჯზე შუაში ამარგ-



ნახ. 7.6.1.6.

ბენ (40×40×50 სმ) სახაზავეებისაგან შემდგარ ტოლფერდა სამკუთხედს. როცა *AB* ძელაჯი თარაზულადაა, *C* წვეროზე (ნახ. 6^ა) ჩამოკიდებულ შვეული გადის სამკუთხედის ფუძის *O* წერტილში. თვით *AB* ძელაჯზე დაშტრიხულია სკალა თარაზული მანძილების გასაზომად. მასთან ერთად იყენებენ 3 მეტრი სიგრძის აღმატების საზომ ლარტყას, რომელზეც დაშტრიხულია სანტიმეტრებიანი სკალა. მასზე მიმაგრებულია სფერული თარაზო.

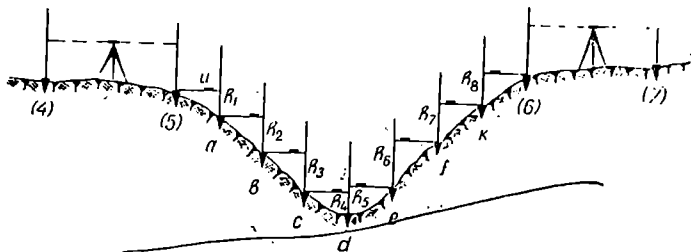
შვეულიან ვატერპასზე უფრო ზუსტი და მოხერხებულია ვატერპასი ცილინდრული თარაზოთი (ნახ. 6^ბ), რომელიც ძელაკს მიმაგრებული აქვს ნაცვლად ზემოხსენებული სამკუთხედისა. აქ მოითხოვება, რომ ცილინდრული თარაზოს H_1, H_2 ღერძი იყოს პარალელური ძელაკის AB ქვედა წახნაგისა. ამის შემოწმება კეთდება თარაზოს შემოწმების ცნობილი წესით (ნახ. 7). ორჯერ ისაზღვრება P_1 და P_2 წერტილს შორის h_1 და h_2 აღმა-



ნახ. 7.6.1.7.

ტება. ლარტყას დააყენებენ მათ საშუალოზე და თარაზოს ბუშტულის შუაგულს კი შეუთავსებენ ამპულის ნულპუნქტს შემასწორებელი e ხრახნით. იუ თარაზოს შემასწორებელი ხრახნი არა აქვს, მაშინ ყოველი აღმატება იქნება ორჯერ (ძელაკის შებრუნებით) გაზომვის საშუალო.

ვატარპასით მუშაობის წესრიგი მდგომარეობს შემდეგში: ცნობილ ნიშნულეზიან წერტილებს შორის თარაზული ძელაკის სიგრძის შესაბამისად ჩაასობენ პალოებს იმდენს, რამდენიც დაეტევა (ნახ. 8). შემდეგ ქვედა a



ნახ. 7.6.1.8.

პალოზე დააყენებენ აღმატების საზომ ლარტყას შვეულად, მასზედ მიმაგრებული სფერული თარაზოთი, ხოლო ზედა პალოზე დააყრდნობენ თარაზოთი ძელაკის ერთ ბოლოს და მის მეორე ბოლოს კი ასწვევ-დასწვევენ მანამ, სანამ მასზედ დამაგრებული ცილინდრული თარაზოს ბუშტულის ცენტრი არ დაემთხვევა ამპულის ნულპუნქტს. ამის შემდეგ იღებენ ანათვალს შვეულად დაყე-

ნებულ ლარტყაზე თარაზული ძელაკის ქვედა AB წახნაგის გასწვრივ (ნახ. 7). ამ წესით აგრძელებენ სამუშაოებს b, c, d, \dots წერტილებზე. შვეული ან თარაზო ყოველთვის დამკვირვებლის ახლოა ძელაკზე დამაგრებული. ანთვლებს იღებენ ± 2 მმ შეცდომის დაშვებით. კონტროლისათვის ძელაკს შეაზრუნებენ ან ადებენ ზედა პალოს მის მეორე ბოლოს. საბოლოო აღმატება იქნება ორ განაზომთა საშუალო არითმეტიკული. ცდებით დადგენილია, რომ ერთი აღმატების (ერთი ლარტყის) საშუალო კვადრატული შეცდომა ტოლია $\pm 0,5$ სმ, ხოლო n -ჯერ ლარტყის გადაღების შესაბამის აღმატების ჯამის საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება $\pm 0,5 \sqrt{n}$ სმ.

(8) ნახაზზე ნაჩვენებია ნიველირსაველის (5) და (6) პიექტს შორის ვატერპასით ნიველობის სქემა.

უ. ჰ. გეომეტრიული ნიველოზისათვის საჭირო ლარტყები

როგორც ცნობილია, გეომეტრიული ნიველობის შესასრულებლად, გარდა ნიველირისა, საჭიროა სანიველო ლარტყები. ლარტყები წარმოადგენს ხაზოვან საზომებს, რომლებზეც ადგილის ორ წერტილს შორის აღმატების განსაზღვრის მიზნით იღებენ ნიველირის სამიზნე თარაზულ სხივამდე წერტილთა ვერტიკალური მანძილების შესაბამის ანათვლებს. ამიტომ სანიველო ლარტყებსაც წაყენება ისეთივე მოთხოვნა, როგორც სხვა სახის ზუსტ ხაზოვან საზომებს.

არსებობს ჩვეულებრივი და სპეციალური სანიველო ლარტყები.

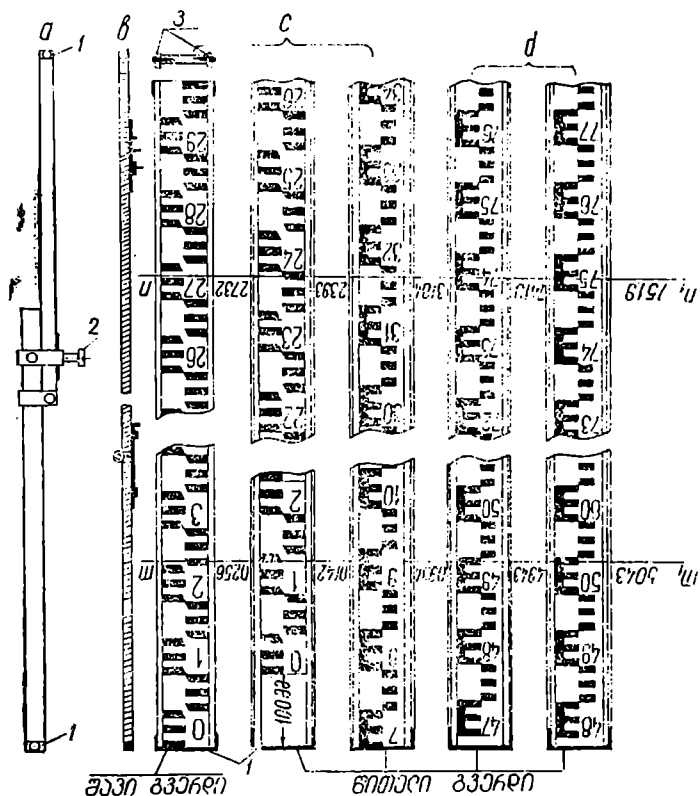
1 ჩვეულებრივი სანიველო ლარტყები

სანიველო ლარტყა წარმოადგენს ნაძვის ან ფიჭვის უკორძო გამომშრალ ძელაკს. მეტწილად მათი ზომებია: სიგრძე 3—4 მეტრი; სიგანე 8—10 სმ, რომელსაც ვუწოდოთ ლარტყის გვერდი (მხარე); სისქე 2—3 სმ და ვუწოდოთ წახნაგი. მაშასადამე, ლარტყას აქვს ორი გვერდი (მხარე) და ორი წახნაგი. ლარტყის ორივე ბოლო შემოჭედილია რკინის ზოლით 1. სიზუსტის გაზრდის მიზნით ზოლის სიგანე ნაკლები უნდა იყოს ლარტყის სისქეზე (ნახ. 1). აუცილებელია, რომ ზოლის ქვემო ზედაპირი, რომლითაც ლარტყა იდგმება სანიველო წერტილზე დამაგრებულ ბუნიკზე (ნახ. 3^ა), ომბოზოზე (ნახ. 3^ბ) ან პალოზე, უნდა იყოს ბრტყელი. ეს ზედაპირი ითვლება ლარტყაზე ანათვლების საწყისად და მოკლედ ეწოდება ქუსლი. ზუსტი და მაღალი სიზუსტის ნიველობის დროს იყენებენ ლარტყაზე მისამაგრებელ ქუსლქვეშებს ბრტყელი ძირით (ომბოზოზე ლარტყის ზუსტად დასადგმელად) და სფერული ძირით, როცა საჭიროა რაიმე ზედაპირის გამოკვლევა—არის თუ არა იგი ბრტყელი.

ლარტყაზე ტემპერატურის ცვალებადობის გავლენა მცირეა, ხოლო სანესტის ცვალებადობა დიდ გავლენას ახდენს, ამიტომ მათ ზოგჯერ გამოხარშავენ ზეთში. სინესტისაგან ლარტყის დაცვის მიზნით სრულიად საკმარისია ორჯერ მისი გადაღება ნატურალური ოლაფისა და ბელილის თეთრი საღებავით.

ლარტყა, რომ არ იღუნებოდეს და იყოს ხისტი, აგრეთვე მასზე დანაყოფები და წარწერები რომ არ დაზიანდეს, წიბოებზე წებოთი და ხრახნებით აკრავენ ბორტებს 3 (ნახ. 1-4). ასე, რომ ლარტყის განივი კვეთი ორტყეებია.

ლარტყის ერთ მხარეზე ხაზავენ სანტიმეტრებიან (იშვიათ ორ და ხუთ-სანტიმეტრიან) საფასურებიან სკალას შავი ან წითელი საღებავის თეთრთან შენაცვლებით. თითო საფასური შავი (ან წითელი) და თეთრი აგურის მსგავსი



ნახ. 7.6 2.1.

ზოლებია, რომელთაც მოკლედ აგურა ვუწოდოთ (ნახ. 1). არსებობს შტრიხებიანი ლარტყები, რომელთა საფასურები მოჭყეულია შტრიხების ღერძებს შორის. ლარტყებს, რომელთაც აქვთ დანაყოფები მხოლოდ ერთ გვერდზე. ეწოდება ცალმხრივი. ორმხრივი ლარტყების ცალგვერდზე სკალა წარმოადგენს შავ და თეთრ აგურათა მორიგეობას, ხოლო მეორე გვერდზე წითელის და თეთრისას. ამ ორმხრივი ლარტყის ერთ გვერდს უწოდებენ შავს. ხოლო მეორეს წითელს.

ლარტყის სკალის ნული არის ის წერტილი, სადაც იკვეთება ნულოვანი აგურას ქვემო მხარე (ან ნულოვანი შტრიხი) იმ სკალის ღერძთან, რომელსაც ეკუთვნის ხსენებული აგურა (ან შტრიხი).

ლარტყაზე ანათვალის შედგება ოთხი ციფრისაგან. (ლარტყის შავი მხარისათვის, სადაც საფასურები სანტიმეტრიანია). სახელდობრ მეტრი, დეციმეტრი, სანტიმეტრი და მილიმეტრი. ანათვლას ალების გაადვილების მიზნით ყოველი ხუთი აგურა გაერთიანებულია ერთ ჯგუფში, რომელიც E ასოს წააგავს. (1) ნახაზზე წარმოდგენილი ლარტყები (ნულის წარწერით პალოზე დგას), როგორც ცნობილია, ჯოგრში გამოისახება შებრუნებულად, ე. ი. დეციმეტრების წარწერების ზრდა ზემოდან ქვევით იქნება, ამიტომ სჯობს გამოსახულების შესაბამისად ანათვლების ალების დროს ნახაზები ან წიგნი შევებრუნოთ. აგრეთვე ყოველი ახალი დეციმეტრის საწყისი შტრიხი ან აგურა მისი შესაბამისი დეციმეტრების გამომსახველი რიცხვის ზემოთაა, მაგალითად, (1) ნახაზზე ლარტყების შავ გვერდებზე $mm_1; mm_2$; თარაზული ძაფების შესაბამისი ანათვლებია 0256 მმ; 2732 მმ; როგორც ვხედავთ, ლარტყებზე წარწერილ დეციმეტრებში იგულისხმება მეტრები და დეციმეტრები, სანტიმეტრების რაოდენობა დაითვლება, ხოლო მილიმეტრების რაოდენობა ფასდება თვალთ ± 1 მმ შეცდომის დაშვებით.

ლარტყები გვხვდება შედგენილი და მთლიანი. შედგენილი ლარტყებია: გამოსაწევი (ნახ. 1^ა) და დასაკეცი (ნახ. 1^ბ). გამოსაწევი ლარტყა შედგება ორი ძელაკისაგან, თითო 210—215 სმ. შეწეულ მდგომარეობაში ზემო. ნახეჯარი ებჯინება და მოძვირი ღრანით 2 ემაგრება ქვედა ნახევარს. გამოწეულ მდგომარეობაში კი ისეა, როგორც ეს ნახევნებია 1^ა ნახაზზე. დასაკეცი ლარტყა შედგება სამი ნაწილისაგან: ორი ქვედა—თითო 1,5—1,6 მ და ერთი ზედა, სიგრძით 1,0—0,8 მ. ქვედა ორი ნაწილი შეერთებულია სახსრით და გაშლისას ირაზება საერთო ბერკეტით, ხოლო ზემო ნაწილი ედგმება გაშლილ ქვემო ნაწილს საჭიროების დროს.

შედგენილი ლარტყები ყოველთვის ცალმხრივია.

მთლიან ლარტყებს ზშირად ორივე წახნაგზე აქვთ მიმაგრებული ხის ან ლითონის სახელურები შავი გვერდის ნულიანი ქუსლიდან 1,2—1,4 მ სიმაღლეზე; ერთ-ერთი სახელურის ქვემოთ მიმაგრებულია სფერული თარაზო; თარაზოს შემოწმების მიზნით მეორე სახელურის ზემოთ მიმაგრებულია კრონ-შტეინი შევეულის ჩამოსაკიდებლად და ქვემოთ წვეტანა შევეულის დაცენტრისათვის. აგრეთვე უმრავლეს შემთხვევაში ისინი არიან ორმხრივი. ერთი მხარეა შავი—სანტიმეტრებიანი სკალით, რომლის საწყისი, ანუ ქუსლი, ყოველთვის ნულით იწყება და წარწერილი რიცხვები გამოსახვენ დეციმეტრებს. წითელი მხარე კი დაყოფისა და წარწერების მხრივ გვხვდება ორი ტიპის.

პირველი ტიპის ავტორია ფილონენკო. წითელ მხარეზე დატანილია 1,1 სმ საფასურისანი აგურათა სკალა, ნული კი აწერია ქუსლის ზემოთ 100 მილიმეტრით გადაადგილებული (პირველი სახე) ან ქუსლთან აწერია არა ნული ისე, როგორც შავ მხარეს, არამედ 7, რაც ნიშნავს შვიდ დეციმეტრს (მეორე სახე) (ნახ. 1^ა). ასეთი დაყოფა და წარწერა შესაძლებელს

ხდის ვაწარმოთ ლარტყის შავ მხარეზე აღებული ანათელის საიმედო კონტროლი.

მაგალითი 7.6.2.1. (1^ა) ნახაზის მიხედვით I ტიპის პირველი და მეორე სახის ლარტყეებზე mm_1 და nn_1 თარაზული ძაფის შესაბამისი ანათვლებია:

	I შემთხვევა		II შემთხვევა	
	mm_1 შავი	0256 მმ	nn_1 შავი	2732 მმ
I სახის ლარტყ.	mm_1 წითელი	0142 "	nn_1 წითელი	2393, "
II სახის ლარტყ.	mm_1 წითელი	0934 "	nn_1 წითელი	3184

I ტიპის ლარტყის კონტროლი

I სახის ლარტყისათვის	+ 0142	+ 2393
	+ 14	+ 239
	+ 100	+ 100
	<hr/>	<hr/>
	0256 მმ	2732 სმ

II სახის ლარტყისათვის	0934	3184
	- 700	- 700
	<hr/>	<hr/>
	234	2484
	+ 23	+ 248
	<hr/>	<hr/>
	0257 მმ.	2732 მმ.

საერთოდ, შავსა და წითელ გვერდზე ანათვლების დაყენილ პიშენე-ლობას შორის მილიმეტრი განსხვავება დასაშვებია.

მაგალითი 7.6.2.2. წერტილებს შორის ნიველობის დროს I ტიპის ნეორე სახის ლარტყეებზე მიღებულია ანათვლები:

$$a_3 = 1800 \text{ მმ}, \quad b_3 = 800 \text{ მმ},$$

$$a_6 = 1630 \text{ მმ}, \quad b_6 = 720 \text{ მმ}.$$

- $h_3 = a_3 - b_3 = 1800 \text{ მმ} - 800 \text{ მმ} = +1000 \text{ მმ},$
- $h_6 = a_6 - b_6 = 1630 - 720 = 910 \times 1,1 = +1001 \text{ მმ}.$

ლარტყის შავ და წითელ მხარეზე ანათვლებით გამოთვლილ აღმატებებს შორის 1 მმ განსხვავება დასაშვებია.

მეორე ტიპის ლარტყის ავტორია ვისოცკი. ლარტყის შავი მხარე აქაც სანტიმეტრებიანი აგურებიანი სკალაა, რომელზეც დეციმეტრებიანი წარწერებია 0—29 (ნახ. 1^ა). წითელი გვერდის დანაყოფებიც სანტიმეტრებიანი აგურებია (ნახ. 1^ა), ხოლო ქუსლის ზემოთ წარწერაა 47 ან 46 (ე. ი. დეციმეტრებიანი წარწერებია 47—76 ან 48—77, რომელთაც შეესაბამება ქუსლამდე წარწერა 4687 მმ და 4787 მმ. მაგალითად, (1^ა) ნახაზზე mm_1 ძაფის შესაბამის შავ გვერდზე ანათვლია 0256, რომელსაც წითელ გვერდზე ანათვლი შეესაბამება 4943 ან 5043 (ნახ. 1^ა). მართლაც, 4943—4687 და 5043—4787 = 0256 მმ ან კიდევ შავ გვერდზე ანათვლია 2732, ხოლო წითელზე 7419 ან 7519 და 7419—4687 = 7519—4787 = 2732 მმ. ნიველობის დროს შეიძლება ადგილი ექნეს ორ შემთხვევას: უკანა და წინა ლარტყის წითელი გვერდ-

ბის წარწერები ორივე ერთნაირი იქნეს ან ზემომოყვანილის მსგავსი, ე. ი. განსხვავდებოდნენ 100 მმ, რაც მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული. პირველ შემთხვევაში მოითხოვება შავი და წითელი აღმატებების ურთიერთობა, მეორე შემთხვევაში კი—შავ და წითელ აღმატებებს შორის სხვაობა 100 მმ, მხოლოდ ყოველ სადგურზე მისი ნიშანი უნდა იცვლებოდეს.

მაგალითი 7.6.2.3. გაისინჯოს ნიველობით გამოწვლილებები ორ მეზობელ სადგურზე. № 1 ლარტყის ქუჩის შესაბამისი ანათვალია 4687 მმ, ხოლო № 2-ის ანათვალია 4787 მმ.

პირველ სადგურზე

№ 1 უკანა ლარტყაზე	$a_a = 2042$ მმ,	$a_b = 6730$ მმ,
№ 2 წინა ლარტყაზე	$b_a = 1536$ მმ,	$b_b = 6323$ მმ,
	$h_a = +506$ მმ.	$h_b = +407$ მმ.

კონტროლი: $h_a - h_b = +99$ მმ.

მეორე სადგურზე

№ 2 უკანა ლარტყაზე	$a_a = 1522$ მმ,	$a_b = 6309$ მმ,
№ 1 წინა ლარტყაზე	$b_a = 1920$ მმ,	$b_b = 6607$ მმ,
	$h_a = -399$ მმ.	$h_b = -298$ მმ.

კონტროლი: $h_a - h_b = -101$ მმ.

როგორც ვხედავთ, შავ და წითელ აღმატებას შორის სხვაობა ორივე სადგურზე ახლოა ასთან, აგრეთვე ნიშნები იცვლება. მაშასადამე, უკანა და წინა ლარტყებზე ანათვლების აღება, ჩაწერა და გამოთვლები სწორია. სხვადასხვა კლასის ნიველობის დროს საჭირო ხდება ნიველირიდან ლარტყებამდე მანძილების ტოლობის შემოწმება, რისთვისაც იღებენ ანათვლებს, გარდა შუა ძაფისა, სამანძილო ძაფებითაც.

B. სანიველო ლარტყის სამუშაო სიზრძე

როგორც ცნობილია, უპირატესობა აქვს გეომეტრიულ ნიველობას შუიდან, რისთვისაც საჭიროა დავადგინოთ ლარტყის სამუშაო სიზრძე.

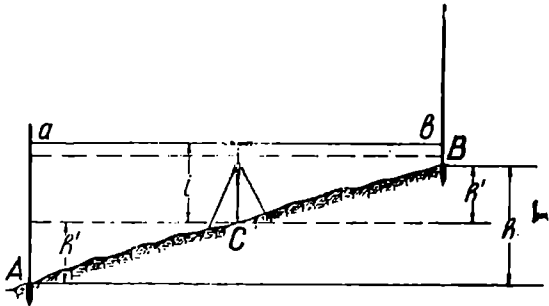
ვთქვათ, ნიველირი დაყენებულია სანიველო A და B წერტილებს შორის შუა C წერტილში, რომლის სიმაღლე $i = 1,5$ მ (ნახ. 2). დავუშვათ, რომ AB ხაზის დაქანება არის ზღვრული (45°) და საშუალება გვეძლევა ნიველირის ერთი დგომით განვსაზღვროთ A წერტილისადმი B წერტილის h აღმატება. ანათვალზე რეფრაქციის დიდი გავლენის აცილების მიზნით მიღებულია წინა b დანამზერი ნაკლები არ იყოს $0,5-1$ მეტრზე. დავუშვათ, რომ ცუდ პირობებში მისი ოდენობა არის ზღვრული და ტოლია $0,2$ მ, რის გამო C წერტილას მიმართ B წერტილის აღმატება იქნება: $h' = i - b = 1,5 - 0,2 = +1,3$ მ.

AB ხაზის თანაბარი დაქანების გამო იმავე ოდენობის იქნება A წერტილის მიმართ C წერტილის აღმატება, ე. ი. დანამზერი უკან

$$a = i + h' = 1,5 + 1,3 = 2,8 \text{ მ} = 3 \text{ მ.}$$

მაშასადამე, შუიდან გეომეტრიული ნიველობის შესრულებასათვის ლარტყის მუშა სიგრძე საქმარისია 3 მ.

საინჟინრო ნაგებობათა მშენებლობის დროს საჭირო ხდება როგორც 3 მეტრზე მეტი, ისე ნაკლები სიგრძის ლარტყების გამოყენება, რათაც, ცხადია,



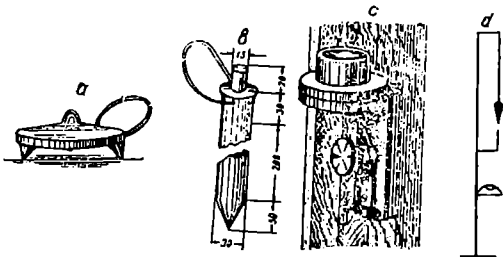
ნახ. 7.6.2.2.

სპეციალისტი უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს. აგრეთვე ხშირია შემთხვევა, როცა ექსპედიციებში გეოგრაფიული, გეოლოგიური, სატყეო და სხვა კვლევითი სამუშაოების დროს, სადაც რეფრაქციის გავლენას ნაკლებ აქცევენ ყურადღებას, იყენებენ შედგენილ (გამოსაწვე ან დასაკეც) ლარტყებს.

C. ლარტყის დაყენება ნიველობის დროს

როგორც ცნობილია, ნიველობის დროს ლარტყებს აყენებენ ნიადაგში ჩასობილ ბუნიკზე (ნახ. 3^ა), ომბოხოზე (ნახ. 3^ბ) ან პალოზე.

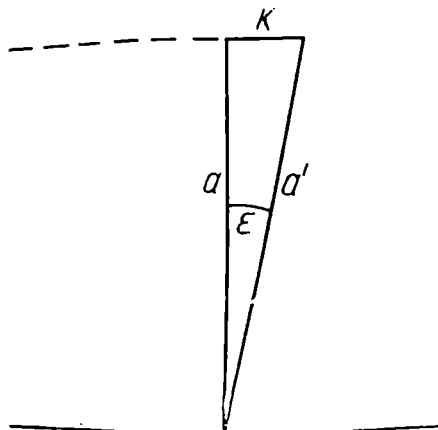
გეომეტრიული ნიველობის არსის შესაბამისად ლარტყები საჭიროა დაყენებულ იქნეს ვერტიკალურად. ამ მიზნით უმთავრესად მთლიან ორმხრივ



ნახ. 7.6.2.3.

ლარტყას აქვს შვეული და სფერული თარაზო (ნახ. 3^გ). ცხადია, თარაზოს ღერძი უნდა იქნეს ლარტყის წახნაგის ანუ, უფრო ზუსტად, სკალის ღერძის პარალელურად, რაც ყოველდღიურად ლარტყის ორი მდებარეობისათვის მოწმდება შვეულის საშუალებით (ნახ. 3^დ), რომელიც დაკიდებულია ლარტყის

წახნაგზე მიმაგრებულ კრონშტეინზე 3 სანტიმეტრის დაშორებით. შემოწმების დროს სჯობს ლარტყა შევეულად მიემაგროს შტატივის ხეხით (შპაგატით). ლარ-



ნახ. 7.6.2.4.

ტყის შევეულად დაყენების ან კიდევ შევეულია და წვეტანის თანხვედრის შემდეგ თუ თარაზოს ბუშტულა არ მოექცა მისი ზემო რგოლის ცენტრში, ანუ ბუშტულის ცენტრი თუ არ დაემთხვა თარაზოს ნულ პუნქტს, მას თარაზოს შემასწორებელი ხრახნების საშუალებით დააყენებენ რგოლის ცენტრში.

არის შემთხვევები, როცა ლარტყებს არ აქვს თარაზო, განსაკუთრებით ეს ეხება შედგენილ ლარტყებს,

ა ლარტყაზე თარაზოს საჭიროების შესახებ

საჭიროა ვუბახუროთ კითხვას, როგორი დახრა შეიძლება მიეცეს ლარტყას, რომ ნიველობაზე არ მოახდინოს უარყოფითი გავლენა? ვთქვათ, ლარტყის საფასური $a = 10$ მმ. ანათვლას ადების შეცდომა $t = \pm 1$ მმ. ლარტყის დახრით გამოწვეული დასაშვები δ , შეცდომად მივიღოთ 1 მმ. გამოვითვალოთ ლარტყის შევეულობიდან რა ოდენობის კუთხის გადახრის გამო, ანუ მისი ზოლოს რა ხაზოვანი გადახრის ოდენობით, მიიღება ლარტყაზე ანათვლებში შეცდომა ± 1 მმ.

გადახრილ ლარტყაზე a' ანათვალსა და შევეულ მდგომარეობაში მყოფ ლარტყაზე a ანათვალს შორის სხვაობა, ანუ δ , შეცდომა, იქნება (ნახ. 4):

$$\begin{aligned} \delta_v &= a' - a = a' - a' \left(1 - \frac{k^2}{a'^2}\right)^{\frac{1}{2}} = & (7.6.2.1.) \\ &= a' - a' \left(1 - \frac{k^2}{2a'^2} + \dots\right) = \frac{k^2}{2a'} \end{aligned}$$

და ნახაზიდან

$$k^2 = \frac{\varepsilon^2}{\rho^2} a'^2,$$

ე. ი.

$$\delta_v = \frac{\varepsilon^2 a'}{2\rho^2}. \quad (7.6.2.2)$$

სადაც $p = 3438'$ არის რადიანი.

(1) ტოლობით ვასკენით, რომ ლარტყის შევეულობიდან გადახრის გამოს ანათვლების შეცდომა პირდაპირპროპორციულია ლარტყის ბოლოს გადახრის კვადრატის, ხოლო (2) ტოლობის მიხედვით ვასკენით, რომ გადახრის მოცემული ε კუთხისათვის ანათვლების h შეცდომა მით მეტია, რაც მეტია a' ანათვლი.

ვთქვათ, $b_v = a' - a = 1$ მმ, ხოლო $a' = 3000$ მმ, მაშინ (1) ტოლობის მიხედვით $k = 77$ მმ ≈ 8 სმ. ამ სიზუსტით ლარტყის ხელით დაჭერა ძნელია, ამიტომ საჭიროა ლარტყას ჰქონდეს თარაზო.

ახლა ვუპასუხოთ კითხვას—არის თუ არა საკმარისი სფერული თარაზოს დაყენება ლარტყაზე. ამისთვის (2) ტოლობიდან გამოვითვალოთ ε იმავე მონაცემების მიხედვით:

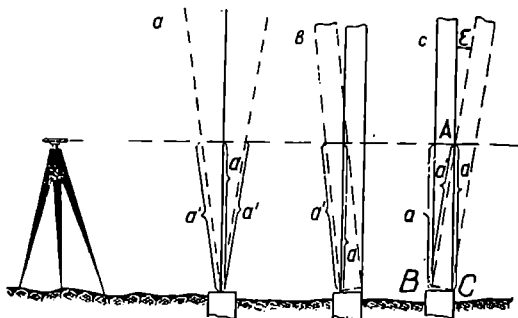
$$\varepsilon = \sqrt{\frac{2 \cdot 1 \cdot 3438^2}{3000}} = 88' \approx 1^{\circ}, 5.$$

მაშასადამე, სფერული თარაზოს მგრძნობიარობა სანიველო ლარტყებისათვის საკმარისია.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ზემოთ მოყვანილი შეცდომა შეესაბამება ლარტყის სრულ $a' = 3000$ მმ სიგრძეს, მაგრამ ნაკლები ანათვის შემთხვევაში იმავე დახრის დროს ანათვლების შეცდომა ნაკლები იქნება; მაგალითად, როცა $a' = 1500$ მმ, $k = 8$ სანტიმეტრის შემთხვევაში $b_v = 0,5$ მმ.

ბ. შემთხვევა, როდესაც ლარტყაზე არ არის თარაზო

განხილად შემთხვევაში მიღებულია მელარტყის მიერ წინ და უკან ლარტყის გადახრა იმ ვარაუდით, რომ ჰოგორით ხილული ანათვლებიდან უმცირესს შეესაბამება ლარტყის შევეული მდებარეობა. ლარტყას რომ სისქე არ ჰქონ-



ნახ. 7.6.2.5.

დეს, ასეთი მიდგომა მართებული იქნება, რაც დასტურდება (5^ა) ნახაზით, სადაც ნიველირით ხილული a სიგრძე შეესაბამება ლარტყის ვერტიკალურ

მდებარეობას, რადგანაც $a < a'$ -ზე. ფაქტობრივად ლარტყების სისქე 3 სმ-ია, მდგენილი ლარტყის სისქე კი, როცა იგი გაშლილი არ არის, 5 სანტიმეტრ-საც კი აღწევს, რის გამო ზემოხსენებული საჭიროა შეიზღუდოს, რასაც აღწე-ვენ თხელი ლარტყის დამზადებით ან მის ბოლოებში ვიწრო რკინის ზოლის დაყენებით. მაგალითად, ზემომოყვანილი მიდგომა მართებულია იმ შემთხვევი-სათვის, როცა ლარტყა გადახრილია ნიველირისავე (ნახ. 5^ბ). მელარტყისავე ლარტყის გადახრით (ნახ. 5^გ), აიწვევა რა ლარტყის ნული ზემოთ, უმცირესა a' ანათვლი იქნება ლარტყის დახრილი და არა ვერტიკალური მდებარეობი-სათვის. აღნიშნოთ ლარტყის სისქე d ასოთი. ლარტყის სისქით გამოწვეული შეცდომა აღნიშნოთ δ_a -თი. მაშინ (5^ე) ნახაზის ACB სამკუთხედიდან (1) ტოლობის ანალოგიურად დავწერთ:

$$\delta_a = a - a' = \frac{d^2}{2a} \text{ ;} \quad (7.6.2.3)$$

შეცდომის მაქსიმალური ოდენობა მიიღება, ლარტყაზე უმცირესი a' ანათვლის შესაბამისად. როცა d სისქის მქონე ლარტყა იქნება დახრილი ϵ კუთხით (ნახ. 5^ე):

$$\epsilon' = \frac{d}{a} \rho' \text{ .} \quad (7.6.2.4)$$

დიდი ანათვლების დროს (3) ტოლობით გამოთვლილი შეცდომა არ გა-მოდის დიდი. მაგალითად, როცა $a=2000$ მმ, $d=30$ მმ, მაშინ $\delta_a=0,2$ მმ, ხოლო, როცა a მცირეა, მაშინ შეცდომა ყურადსაღებია. ამიტომ მიღებულია, რომ სხივი თუ 0,5—1 მეტრზე დაბლა ხვდება ლარტყას, არ აქანაონ ლარტყა. ლარტყის გვერდით გადახრა სწორდება მენიველეს მიერ. შეეული ძა-ღის საშუალებით. ლარტყის ქანაობის დროს ყოველთვის პირველად აითვლება მილიმეტრები, შემდეგ დეციმეტრები და სანტიმეტრები.

წ

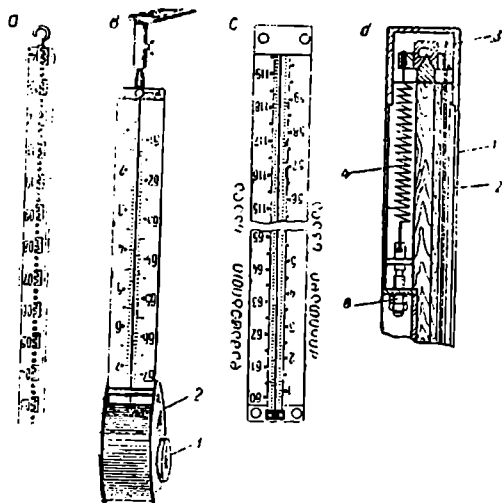
D. სპეციალური სანიველო ლარტყები

ამჟამად საბჭოთა კავშირში სამთო გამონამუშევრების სახურავი გვერ-დის წერტილების ნიველობისათვის გამოიყენება დასაყიდებელი ლარტყები (ნახ. 6^ა) და ინვარული ბაფთა (ნახ. 6^ბ). ინვარული დასაყიდებელი ბაფთა ეხ-ვევა დამჭერას 1 მქონე გარსაცმიან მასრაზე 2, საიდანაც შეიძლება ბაფთის გამოწვევა საჭირო სიგრძით.

I და II კლასის ნიველობისათვის იყენებენ მთლიან, ცალფა 24 მმ სიგა-ნის ინვარულ ზოლიან ლარტყას, რომელზეც დატანილია შტრიხებიანი ორი (ძირითადი და დამატებითი) სკალა (ნახ. 6^გ); ინვარული ზოლი დაჭიმულია ლარტყაზე 20 კგ ძალით. დამატებითი სკალის შტრიხები ძირითადი სკალის შტრიხების მიმართ გადაადგილებულია 2,5 მმ. ორივე სკალაზე ერთი დანაყო-ფის საფასურია 5 მმ. გამოიყენება ორი PH1 და PH2 ლარტყა, რომლებიც ურთიერთისაგან მხოლოდ სიგრძითა და წონით განსხვავდება. პირველის სიგრ-ძეა 3000 მმ, მეორისა 1700 მმ; პირველის წონაა 6 კგ, ხოლო მეორისა 4,5 კგ.

გარდა განხილული ორი სახის ლარტყისა, აყენებენ 1200 მმ სიგრძის დასაკიდებელ ინვარულ ლარტყას. ყოველ ლარტყას გააჩნია 10' საფასურიანი სფერული თარაზო.

ინვარული ზოლი 1 (ნახ. 6^ა) მოთავსებულია ხის კორპუსში 2. ზოლის ერთი ბოლო დამაგრებულია ხისტად, ხოლო მეორე ბოლო ტოლზრებიანი



ნახ. 7.6.2.6.

ბერკეტით 3 შეერთებულია ზამბარასთან 4, რომელიც მოთავსებულია ლარტყის ზურგის ნაწილში. ზამბარის დაკომის რეგულირება ხდება ქანჩით 6.

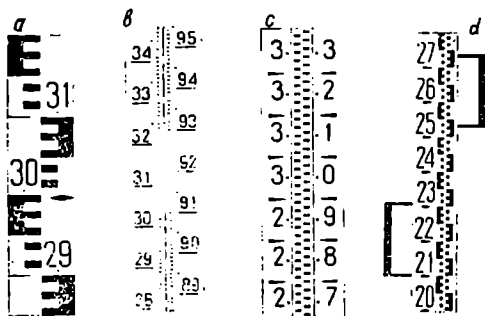
ინვარულზოლიანი ლარტყები ხის ლარტყებთან შედარებით ინარჩუნებს თავის სიგრძეს ინვარის ცნობილი თვისებების გამო, რასაც ამავე დროს ხელს უწყობს ზამბარა. ეს უკანასკნელი კომპენსაციას უკეთებს ლარტყის ჩარჩოზე სინესტისა და ტემპერატურის ზეგავლენას. ამ ლარტყებს სჭირდება ფრთხილად მოპყრობა, რათა მათ სიგრძე არ შეიცვალოს.

გერმანიის დემოკრატიული რესპუბლიკის სახალხო წამოწყება „ქარლ ცეისი“ ამზადებს შემდეგი სახის ლარტყებს:

1. დასაკეც ოთხმეტრიან ცალფა ლარტყას, იხმარება Koni—025 და Koni —007 ნიველირებით მუშაობის დროს, როცა არ ვიყენებთ ბრტყელ პარალელურ ფირფიტებს. ლარტყაზე დატანილია სანტიმეტრებიანი აგურების ხუთ-ხუთი E ასოსმაგვარი ჭკულები (ნახ. 7^ა), დაციფრვა არის პირდაპირი. რადგანაც აღნიშნული ნიველირები იძლევა ლარტყის პირდაპირ გამოსახულებას.

2. შტრიხებიანი სამმეტრიანი ინვარული ლარტყას. დანაყოფების საფასურია 5 მმ. ლარტყაზე ორი (ძირითადი და დამატებითი) სკალაა, რომლებიც

ურთიერთგადაადგილებული არიან. **Koni—007** ნიველირით მუშაობის დროს, როცა ვიყენებთ ბრტყელ-პარალელურ ფირფიტებს, აღნიშნული ლარტყა (ნახ. 7^ა) გამოიყენება პირდაპირი დაციფრვით, ხოლო ბრტყელ-პარალელური ფირფიტების გამოყენებისას **Ni 004** ნიველირით მუშაობის დროს ანალოგიური კონსტრუქციის ლარტყები გამოიყენება შებრუნებული დაციფრვით.



ნახ. 7.6.2.7.

3. შტრიხებიანი სამმეტრიანი ინვარულ ლარტყას, რომელსაც არა აქვს საკონტროლო (დამატებითი) სკალა (ნახ. 7^ა). შტრიხები დატანილია შახმატურად ყოველ 5 მმ. ბრტყელი პარალელურფირფიტისანი **Koni—007** ნიველირით მუშაობის დროს ლარტყა გამოიყენება პირდაპირი დაციფრვით, ხოლო ბრტყელი პარალელურფირფიტისანი **Ni—004** ნიველირით მუშაობის დროს იგივე ლარტყა შებრუნებული დაციფრვით გამოიყენება.

უნგრეთის ქარხანა **MOX** უშვებს **Ni—B3** და **Ni—B5** ნიველისათვის დასაკეც 3 მეტრიან ლარტყებს (ნახ. 7^ა). დანაყოფების საფასურია 5 მმ პირდაპირი დაციფრვით.

სახელმწიფო სტანდარტის მიხედვით (ГОСТ 11158—65) ჩვენში გათვალისწინებულია დამზადდეს შემდეგი ტიპის ლარტყები:

- PH 1—მთლიანი, ცალფა, შტრიხებიანი I კლასის ნიველობისათვის;
- PH 2— " " " II " ;
- PH 3—მთლიანი, ორფაგურებიანი დანაყოფები III და IV კლასის ნიველობისათვის;
- PH 4—დასაკეცი, ცალფაგურებიანი, IV კლასის ნიველობისათვის და სამთო გამოწამყუერებში 1 და 2 თანრიგის ნიველობისათვის;
- PH 5—დასაკეცი, ცალფაგურებიანი, IV კლასის ნიველობისათვის და სამყოფის ზომები და სხვა მახასიათებლები ისეთივეა, რაც მოყვანილია ზემოთ.

ა. ლარტყების შემოწმება

1. დანაყოფები და წარწერები არ უნდა იყოს დაზიანებული;
2. შედგენილი ლარტყის გამოწეული (ან გაშლილი) ნაწილის დანაყოფები, გაგრძელება უნდა იყოს ძირითადი (ქვედა) ნაწილის დანაყოფებისა;
3. ლარტყის ორივე ნაწილის დამტკეცი ხრახნი და მისი თანხლებული რკინის ნაწილები არ უნდა ირყეოდეს;

4. ლარტყა, რომელსაც გააჩნია სფერული თარაზო, საჭიროა შემოწმდეს მისი ღერძი არის თუ არა პარალელური ლარტყის გრძივი ღერძის.

აქ იგულისხმება, რომ ლარტყის ქუსლები არის პერპენდიკულარული მისი გრძივი ღერძის, ანუ იმ წრფის, რომელიც ძვეს ლარტყის დანაყოფების სიბრტყეში და სიმეტრიულია წახნაგების.

ამ მიზნით, თუ ლარტყას აქვს შვეული, ვიქცევით ისე, როგორც აღწერილია წინა C (ნახ. 3^ა) მუხლში; ხოლო, როცა შვეული არ აქვს, ამ შემთხვევაში ლარტყას ვაყენებინებთ მელარტყეს ნიველირიდან 50—60 მეტრის დაშორებით ისე, რომ ნიველირით დამიზნების დროს ძაფთა ბადის შვეული ძაფი შეუთავსდეს ლარტყის გრძივ ღერძს ან მის წახნაგს. ამ დროს, თუ ლარტყის თარაზოს ბუშტულას ცენტრი გადახრილ იქნა ნულპუნქტიდან, მას აყენებენ თარაზოს შემასწორებელი ხრახნებით ნულპუნქტზე. შემოწმება-შესწორებას იმეორებენ თავისი გრძივი ღერძის ირგვლივ ლარტყის 90° და 180° ბრუნვის შესაბამისად;

5. უნდა გაისინჯოს შვეულის ჩამოსაქიდებელი კრონშტეინი და წვეტანა ერთ შვეულზე მდებარეობს თუ არა. ეს შემოწმება სრულდება შემოწმებული თეოდოლიტით ლარტყის ორი მდებარეობისათვის. ორივე მდებარეობაში შვეული უნდა იყოს პარალელური ლარტყის სკალის ღერძის.

ბ. ლარტყების გამოკვლევა

1. ლარტყას ის ზედაპირი, რომელზეც დატანილია აგურბები ან სკალა, უნდა წარმოადგენდეს სიბრტყეს, ანუ არ უნდა იყოს აფრეკილი (დაბრეცილი). აგურბებიანი ლარტყის გამოკვლევისათვის ლარტყას წახნაგით დადებენ სიბრტყეზე. გასასინჯი ზედაპირის გასწვრივ დაჭიმავენ ნეილონის ან ლითონის წმინდა ძაფს ისე, რომ ძაფი ლარტყის ბოლოებზე იყოს გადაჭიმული. მილიმეტრებიანი საზაზავით ან ფარგლის დახმარებით შუაზე იზომება ჩალუნვის *f* ისარი (ნახ. 8).

როცა გასასინჯი ზედაპირი ამოზნექილია, ძაფი შეიძლება მთლიანად დაემთხვეს მას. ამიტომ საჭიროა გასინჯულ იქნეს ლარტყის მეორე გვერდი და თუ იგი არ აღმოჩნდა ჩაზნექილი, პირობა დაკმაყოფილებულად ჩაითვლება.

ლარტყის დამზადების დროს ზემოხსენებულ პირობას სათანადო სიზუსტით იცავენ, მაგრამ დროთა ვითარებაში მზისა და სინესტის გავლენით და აგრეთვე არასათანადო მოვლა-შენახვის შედეგად ლარტყები იბრიცება. როგორც აღვნიშნეთ, დაბრეცის ხარისხს არკვევენ ჩალუნვის *f* ისრის ოდენო-

ბით. დაბრეცის გამო ლარტყას ნამდვილი l სიგრძის ნაცვლად ექნება მისი შესაბამისი $2x$ ქორდის ოდენობა, ე. ი. ნახაზის მიხედვით შეცდომა:

$$\delta_1 = 2x - l = 2R \sin \alpha - 2R\alpha = 2R \left(\alpha - \frac{\alpha^3}{3!} + \dots - \alpha \right) = -R \frac{\alpha^3}{3}.$$

აგრეთვე

$$\alpha = \frac{l}{2R}.$$

მაშასადამე

$$\delta_1 = -\frac{l^3}{24R^2}. \quad (7.6.2.5)$$

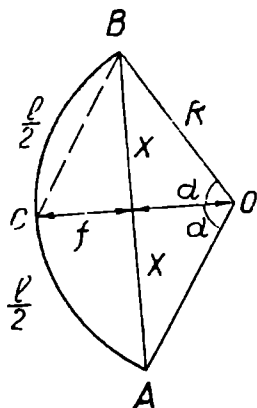
დაეკავშიროთ δ_1 , l და f . ამისათვის (8) ნახაზის მიხედვით დავწერთ, ქორდა

$$\overline{CB}^2 = f^2 + x^2 = f^2 + [R^2 - (R-f)^2] = 2fR. \quad (a)$$

აგრეთვე მცირე განსხვავების გამო მივიღოთ ქორდა $\overline{CB} \approx \frac{l}{2}$. მისი ოდენობა შევიტანოთ

(a) ტოლობაში

$$\left(\frac{l}{2}\right)^2 = 2fR,$$



ნახ. 7.6 2.8.

საიდანაც

$$R = \frac{l^2}{8f}. \quad (7.6.2.6)$$

R -ის მნიშვნელობა შევიტანოთ (5) ტოლობაში:

$$\delta_1 = -\frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{l},$$

საიდანაც

$$f = \sqrt{\frac{3}{8} l \delta_1}. \quad (7.2.2.7)$$

მივიღოთ, რომ ლარტყის დაბრეცამ არ გამოიწვია 0,1 მმ-ზე მეტი შეცდომა. მაშინ

$$f = \sqrt{\frac{3}{8} \cdot 3000 \cdot 0,1} \approx 11 \text{ მმ}.$$

მაშასადამე, თუ f არ აღემატება 11 მმ, ლარტყა ითვლება ვარგისად.

შტრიხებიანი ინვარტული ლარტყის (ნახ. 9) გამოკვლევისათვის სახაზავით ზომავენ ხსენებული ძაფიდან ინვარტულ ზოლამდე f_1 , f_2 , f_3 მანძილებს ლარტყის 02, 30, 58 დანაყოფების შესაბამისად და ლარტყის f ჩალუნვად იღებენ:

$$f = f_2 - \frac{f_1 + f_3}{2} \quad (7.6.2.8)$$

სიდიდეს, რომლის ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს 5 მმ. თუ შეშაობის პერიოდში ჩაღუნვა ვახდა 5 მმ მეტი, საჭიროა შესვენების დროს ლარტყა დაიდოს ამოზნექილი გვერდის შუა წერტილით ფიცრის ნაქერზე (ნახ. 9^ა) ან ლარტყის ჩაზნექილი გვერდის ბოლოები დავაბთხვიოთ ფიცრის ნაქერებს (ნახ. 9^ბ).

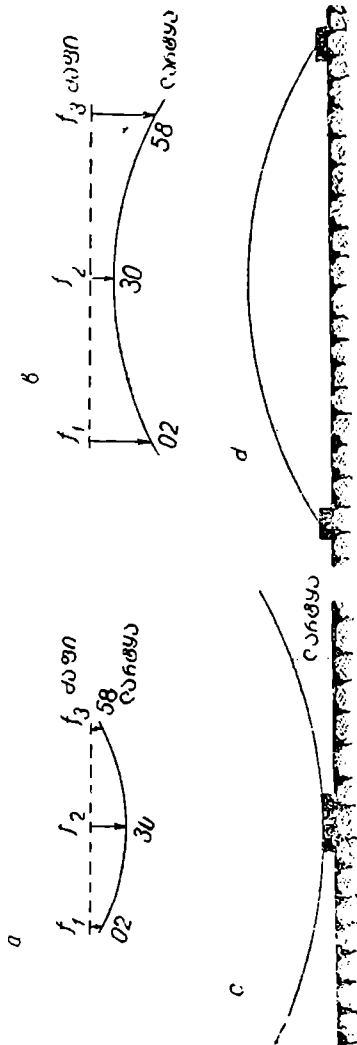
ვთქვათ, (9^ა) ნახაზის მიხედვით $f_1 = 7$ მმ, $f_2 = 15$ მმ და $f_3 = 6$ მმ, მაშინ (8) ტოლობით ჩაღუნვა $f = 15$ მმ — $\frac{7 \text{ მმ} + 6 \text{ მმ}}{2} = 11,5$ მმ იქნება; (9^ბ) ნახაზის მიხედვით ჩაღუნვა $f_1 = 7$ მმ; $f_2 = 1$ მმ და $f_3 = 7$ მმ, მაშინ (8) ტოლობით: აღუნვა $f = 1$ მმ — $\frac{7 \text{ მმ} + 7 \text{ მმ}}{2} = 7$ მმ იქ-

ნება. მაშასადამე, საჭიროა ორივე ლარტყა გასწორდეს დასაშვებ ჩაღუნვამდე.

(1) ცხრილში მოცემულია ნიველობის სხვადასხვა კლასების შესაბამისად ლარტყის ზღვრული დასაშვები ჩაღუნვების ოდენობები.

სამუშაოდ სჯობს გამოვიყენოთ რაც შეიძლება ძველი და კარგად შენახული ლარტყა, რადგანაც ახალი ლარტყა სანამ სათანადოდ გამოშრება, იცვლის სიგრძეს.

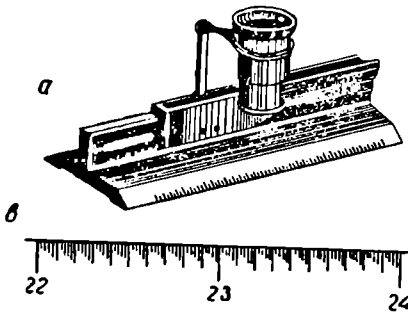
2. ლარტყაზე დაწყობები უნდა იყოს ზუსტად დატანილი და წარწერილი. განილალი გამოკვლევა სრულდება 20. ნ. თეზაჟი



ნახ. 7.6.2.9.

ნიველობის კლასები	ლარტყის ზღვრული დასაშვები ჩაღუნვები, მმ	
	ქუსლქვეშებით	უქუსლქვეშოდ
სპეციალური დანიშნულების მაღალი სიზუსტის ნიველობის დროს	3	0,5
I კლასის ნიველობის დროს	5	1
II " "	7	2
III " "	10	4
IV " "	15	7
ტექნიკური ნიველობის დროს	20	15

ნორმალური (საკონტროლო), ანუ ქენევის სახაზავის (ნახ. 10) საშუალებით, რომელიც წარმოადგენს ტესტბრი კვეთილობის ერთ მეტრზე ცოტა მეტი სიგრძის ლითონის ძელაკს. სახაზავის ერთ დაცერებულ მხარეზე სკალა მილიმეტრებიანი დანაყოფებითაა (ნახ. 10^ა), ხოლო მეორე მხარეზეა 0,2 მმ დანაყოფები (ნახ. 10^ბ).



ნახ. 7.6.2.10.

სახაზავს გააჩნია ლუპები და თერმომეტრი. შტრიხებიანი (ინვარული) ლარტყები გამოიკვლევა კომპარატორზე. შედარებით ტლანქი ლარტყები, რომელთაც იყენებენ ტექნიკური ნიველობის დროს, მოწმდება შემოწმებული ფოლადის ზვეულათი, რომელზეც დატანილია ერთსანტიმეტრიანი დანაყოფები (აჯურაები) და მილიმეტრებიანი სკალა.

ზუსტი ნიველობის შესრულებისათვის ყოველთვის სჯობს წყვილი ლარტყის გამოკვლევა, რომლებიც თანადროულად გამოიყენებიან ნიველობის დროს. ზემოხსენებულ მოთხოვნაში იგულისხმება: შემოწმდეს წყვილი ლარტყის „შივა სიზუსტე“, ანუ დადგინდეს დეციმეტრების შტრიხების მდებარეობის შემთხვევითი შეცდომები და ლარტყების მეტრიანი მონაკვეთების აბსოლუტური (საშუალო) და საერთო სიგრძე. მაშასადამე, საჭიროა, ლარტყის სკალების გამოკვლევა. პირველ რიგში განვიხილოთ აჯურაებიანი და შემდეგ შტრიხებიანი ლარტყების გამოკვლევა.

აჯურაებიანი ლარტყების მეტრიანი მონაკვეთის საშუალო სიგრძის დასადგენად გამოსაკვლევ ლარტყას და ნორმალურ (საკონტროლო) სახაზავს გამოკვლევის დაწყებამდე 2—3 საათით ადრე შეიტანენ დახურულ სათავსში, სადაც დგას ბრტყელზედაპირიანი მაგიდა. ლარტყას დასდებენ მაგიდის ზედაპირზე გამოსაკვლევ გვერდით ზევით (ცხა-

დია ადგილი არ ექნება ლარტყის ჩალუნვას ან ბოლოების დაკიდებას) და მას-
 ზედ წამწვეტებული ფანქრით დანიშნავენ შტრიხებს გამოსაკვლევი ინტერ-
 ვალების შესაბამისად. ლარტყის განაპირა დეციმეტრები მათი ბოლოების ძნე-
 ლად დადგენის გამო აღნიშნულ ინტერვალში არ შეჰყავთ. ვთქვათ გამოსაკვ-
 ლევია ვისოცკის № 1 და № 2 წყვილი ლარტყა. მაშასადამე, ორივე ლარტყის
 შავი გვერდების ინტერვალები იქნება 1—10, 10—20, 20—29 დეციმეტრი,
 ხოლო პირველი ლარტყის წითელი გვერდის ინტერვალები იქნება 48—57,
 57—67, 67—76 დეციმეტრი და მეორე ლარტყაზე კი 49—58, 58—68 68—77
 დეციმეტრი. (1) სქემაში მოცემულია ლარტყის შავი გვერდის გამოკვლევის
 ნიმუში (ანალოგიურად სრულდება წითელი გვერდების გამოკვლევაც). სხე-
 ნებულ სახაზავს დაადებენ ლარტყაზე ისე, რომ მისი სკალის საწყისი შტრიხი
 დაახლოებით შეუთავსდეს ლარტყის 01 შტრიხს, ბოლო კი 10 და იღებენ ანა-
 თვლებს. (1) სქემაში სახაზავზე პირველი ინტერვალის საწყისი (ს) ანათვლე-
 ბია 0,28 მმ და ბოლო (ბ) 900,26 მმ. ანათვლების აღება ხდება ნორმალური
 სახაზავის უმცირესი დანაყოფის (0,2 მმ) 0,05 სიზუსტით ანუ $\pm 0,01$ მმ შეც-
 დომის დაშვებით. სახაზავის მცირე გადაადგილების შემდეგ განმეორებით
 იღებენ ანათვლებს (ს = 1,26 და ბ = 901,26). ასეთი მოქმედებები მეორდება
 მეორე და მესამე ინტერვალების მიმართ პირდაპირი და უკუ სვლით. როგორც
 წინ სვლისას, ისე უკუ სვლის დროს სახაზავის თერმომეტრზე იღებენ ტემპე-
 რატურას. (1) სქემაში წინ სვლისას $t = +17,5$ და უკუსვლისას კი $t = +18^\circ$
 სქემის მეოთხე სვეტში იწერება წყვილ ანათვალთა სხვაობები (ბ—ს = 900,26
 -0,28 = 899,98 მმ და 901,26—1,26 = 900,00 მმ), რომლებიც ურთიერთისაგან
 არ უნდა განსხვავდებოდნენ 0,06 მმ მეტი ოდენობით, მეხუთე სვეტში კი—მათი
 საშუალო (899,99 მმ). სქემის მეექვსე სვეტში მოცემულია სახაზავის სიგრძი-
 სა (კომპარირებისა) და ტემპერატურის გამო შესწორებები. ვთქვათ, სახაზავის
 განტოლებაა $l_s = 1000$ მმ + 0,02 მმ + 0,019 ($t - 15^\circ, 0$) მმ. ამ შემთხვევაში მე-
 ზუთე სვეტში მოცემული საშუალო სხვაობებისათვის შესწორებები იქნება:
 1,0 მეტრიანი ინტერვალისათვის +0,02 მმ + 0,019 ($17,5 - 15^\circ$) მმ = +0,07 მმ.
 0,9 " " +0,07 მმ $\times 0,9 = +0,06$ მმ, რაც იწერება
 სქემის მეექვსე სვეტში. მეშვიდე სვეტში კი იწერება მეხუთე და მეექვსე
 სვეტების ჩანაწერთა ალგებრული ჯამი (899,99 + 0,06 = 900,05 მმ). ასეთი
 გზით შეივსება ყველა სტრიქონი, როგორც წინ, ისე უკუსვლით. შემდეგ
 სქემის ქვეშ მიეწერება სვეტების ჩანაწერთა ჯამები (და გამოთვლა მოწმდება),
 ბოლოს ისაზღვრება ლარტყის ერთი მეტრის საშუალო სიგრძე (5600,51 : 5,6 =
 1000,09 მმ). მიღებული გამონათვალის წარმოადგენს ლარტყის შავი გვერდის
 ერთი პირობითი მეტრის საშუალო სიგრძეს სიგრძეს. მაგალითად,
 ა. სოლოვიოვისა და სხვათა გამოკვლევებით № 1 ლარტყის შავი გვერდის
 ერთი პირობითი მეტრის საშუალო სიგრძეა 1000,09 მმ. წითელი გვერდისა
 1000,14 მმ, ხოლო № 2 ლარტყის შავი გვერდისა 1000,08 მმ და წითელისა კი
 999,98 მმ. განხილადი წყვილი ლარტყის ერთი პირობითი
 მეტრის საშუალო სიგრძე იქნება (1000,09 + 1000,14 + 1000,08 +
 999,98) : 4 = 1000,07 მმ. როგორც ვხედავთ, ამ ლარტყების გამოყენების დროს
 გაზომილი აღმატების ყოველი მეტრის შესწორება იქნება +0,07 მმ. მაგალი-
 თად, როცა გაზომილი აღმატება $k_1 = -28,386$ მ, მაშინ მისი შესწორება
 იქნება +0,07 მმ $\times (-28,4) \approx -2$ მმ, ე. ი. შესწორებული $k_1 = -28,388$ მ.

თუ გაზომილი $k_2 = +28,386$, შესწორება იქნება $+2$ მმ, ე. ი. შესწორებული $k_2 = +28,388$ მ. როცა შესწორების ოდენობაა $-0,07$ მმ, მაშინ პირველ შემთხვევაში $k_1 = -28,384$ მ და მეორე შემთხვევაში $k_2 = +28,384$ მ. მაშასადამე, როცა შესწორების კოეფიციენტი პლუსია, აღმატების აბსოლუტური მნიშვნელობა იზრდება და პირიქით.

სქემა 7.6.2.1.

ლარტყის ინტერვალები	ანათლები სახაზავზე მმ		სხვაობები ბ-ს მმ	ბ-ს სხვაობების საშუალო, მმ	სახაზავის სიგრძისა და ტემპერატურის შესწორება, მმ	ლარტყის ინტერვლების ნაწილების სიგრძე, მმ
	საწყისი	ბოლო				
	პირდაპირი სკლა $t = +17,5$					
01-10	0,26 1,26	900,26 901,26	±99,98 900,00	899,99	÷ 0,06	900,05
10-20	1,02 0,80	1001,06 1000,86	1000,04 1000,06	1000,05	+0,07	1000,12
20-29	0,42 1,60	900,46 901,60	900,04 900,00	900,02	+0,06	900,06
	უკუსკლა $t = +18,0$					
29-20	1,62 2,20	901,64 902,26	900,02 900,06	900,04	+0,07	900,11
20-10	1,88 0,20	1001,72 1000,22	1000,04 1000,02	1000,03	+0,08	1000,11
10-01	0,92 2,34	900,90 902,30	899,98 899,96	899,97	+0,07	900,04
5.6 მ	14,34	11214,54	11200,20	5600,10	+0,41	5600,51

ერთი პირობითი მეტრის საშუალო სიგრძე $\frac{5600,51}{5,6} = 1000,09$ მმ.

მეორე შემთხვევაში ანუ შტრიხებიანი ლარტყის ერთმეტრიანი ინტერვალის სიგრძის ზუსტად დადგენა და წყვილი ლარტყის სამუშაო მეტრის საშუალო სიგრძის განსაზღვრა, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ხდება კომპარატორზე საეულე სამუშაოების დაწყების წინ. განხილად შემთხვევაში წყვილი ლარტყის მეტრიან ინტერვლებს საზღვრავენ ძირითადი სკალის 10—30, 30—50 ნახევარდეციმეტრიან და აღმატებითი სკალის 70—90, 90—110 ნახევარდეციმეტრიან ინტერვლებში. ამ მონაცემთა საშუალებით პირველ რიგში საზღვრავენ წყვილი ლარტყის სამუშაო მეტრის საშუალო სიგრძეს და შესწორების კოეფიციენტს, რომელზეც მრავლდება განაზომი აღმატებუბას საშუალოები. (2) სქემაში მოცემულია პისკუნოვის მიერ შესრულებულა გამოკვლევის მაგალითი.

ლარტყების №.№	შტრიხების ღერძებს შორის მეტრიანი ინტერვალების სიგრძე				ერთი ლარტყის საშუალო მეტრის საშუალო სიგრძე, მმ
	10—30	30—50	70—90	90—100	
5616	1000,05	1000,04	1000,03	1000,00	1000,03
5617	1000,06	1000,06	1000,04	1000,03	1000,05

წყვილი ლარტყის საშუალო მეტრის საშუალო სიგრძე 1000,04

მაშასადამე, შესწორების საშუალო კოეფიციენტი იქნება $1000,04 - 1000,00 = +0,04$ მმ. კომპარატორზე ინვარული წყვილი ლარტყის ორმეტრიანი ინტერვალების კომპარირების საშუალო კვადრატული შეცდომა ტოლია $\pm 10 \mu = \pm 0,01$ მმ.

იმევე შტრიხებიანი ლარტყების სკალების მეტრიანი ინტერვალების სიგრძის დადგენის საკონტროლო გამოკვლევა სრულდება ქენევის სახაზავით ზუსტად (1) სქემის ანალოგიურად 10—30, 30—50 და 70—90, 90—110 ინტერვალებისათვის, რომელთა ნაწილის ნაშუაში მოცემულია (3) სქემაში. ქენევის სახაზავის განტოლება იგივეა. (3) სქემის მიხედვით მეტრიანი ინტერვალის საშუალო სიგრძე: ძირითადი სკალის 10—30 ინტერვალისათვის $(1000,05 + 1000,08) : 2 \approx 1000,06$ მმ და 30—50 ინტერვალისათვის $(1000,04 + 1000,05) : 2 \approx 1000,04$ მმ.

მეტრიანი ინტერვა- ლები	სახაზავის ტემპერა- ტურა	ანათულები სახაზავზე, მმ		სხვაობები ბ-ს, მმ	ბ-ს სხვა- ობების სა- შუალო	სახაზავის სიგრძისა და ტემპერატურის საერთო შესწორება, მმ	ლარტყის მეტ- რიანი ინტერ- ვალების სი- გრძეები, მმ
		ს	ბ				

პირდაპირი სკლა

10—30	+23°,0	0,04 0,5ხ	1000,08 1000,60	1000,04 1000,04	1000,04	+0,01	1000,05
30—50	+23°,1	0,60 0,96	1000,62 1001,00	1000,02 1000,04	1000,03	+0,01	1000,04

უკუ სკლა

50—30	+23°,1	0,16 0,7ხ	1000,22 1000,80	1000,06 1000,02	1000,04	+0,01	1000,05
30—10	+23°,3	0,12 0,34	1000,20 1000,38	1000,08 1000,04	1000,06	+0,02	10.0.08

ჩვეულებრივი ნიველობისათვის დასაშვებია მეტრიანი უზნის გადახრა მეტრიდან 0,2 მმ, როცა აღმატებები დიდი არ არის.

საკონტროლო სახაზავით გამოკვლევის ნაკლი ის არის რომ ლარტყაზე სახაზავის დადების დროს შეიძლება წარწერები დაზიანდეს, დამკვირვებლის სხეულის ტემპერატურის გავლენა არათანაბრად ნაწილდება, რომელსაც საკონტროლო სახაზავში ჩამაგრებული თერმომეტრი ვერ გამოავლენს და ბო-

ლოების შესაბამისი ანათვლების აღება ვერ ხდება თანადროულად. ამიტომ ჯობს საგანგებო კომპარატორზე ლარტყების გამოკვლევა.

გამოკვლევის პერიოდულობა უნდა შესრულდეს ინსტრუქციის მიხედვით, მაგალითად, ინვარული ლარტყების გამოკვლევა უნდა შესრულდეს ორ თვეში ერთჯერ, ხის ლარტყებისა შესამე კლასის ნიველობის დროს სრულდება სეზონის დაწყებასა და ბოლოს, ხოლო IV კლასის ნიველობისთვის ერთხელ სეზონის დაწყების წინ.

ლარტყის შიგა, ანუ დეციმეტრების გამოკვლევა უსაკონტროლო სახაზავით ხდება, რისთვისაც სახაზავს აღებენ ლარტყის ყოველ მეტრს და მასზე მისი ორი (I და II) მდებარეობისათვის აწარმოებენ ანათვლების აღებას დეციმეტრული შტრიხების შესაბამისად.

ლარტყის შავი გვერდის გამოკვლევისათვის მისი ქუსლის ქვედა პირს მივაბჯენთ უსაფრთხო საპარსავ სამართებელს (ფირფიტას, ბრიტვას), ხოლო წითელი გვერდის გამოკვლევისათვის ამ ფირფიტას დავაყენებთ პირველი დეციმეტრის საწყისზე, და მასზე მივაბჯენთ სახაზავის ნულს (1 მდებარეობა) და (4) სქემის პირველ სვეტში ჩაწერილი ლარტყის 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 დეციმეტრების შესაბამისად სახაზავზე ვიღებთ ანათვლებს მილიმეტრის 0,01 სიზუსტით, რაც იწერება (4) სქემის მეორე სვეტში. სახაზავს ოდნავ გადაადგილებენ (II მდებარეობა) და იღებენ ანალოგიურ ანათვლებს (სქემის მესამე სვეტი), სადაც ასეული მილიმეტრები არაა ჩაწერილი (ცხადია სხვაობების განსაზღვრის დროს მათ ვიყენებთ). ანალოგიურ მოქმედებებს ასრულებენ ლარტყის მეორე და მესამე მეტრის ინტერვალების დეციმეტრებიანი დანაყოფების მიმართ. გამოკვლევის საწყისში და ბოლოს იღებენ სახაზავის ტემპერატურას. სქემის მეორე და მესამე სვეტების შეესების შემდეგ საზღვრავენ II და I მდებარეობის შესაბამისი ანათვლების სხვაობებს (სქემის მეოთხე სვეტი), რომელთა ოდენობის ცვალებადობას ვიყენებთ საკონტროლოდ. ნოთხოვება, რომ ეს სხვაობები ყოველი მეტრის ფარგლებში ურთიერთისაგან არ განსხვავდებოდეს 0,10 მმ ოდენობით. ისაზღვრება წყვილ ანათვალთა (II და I მდებარეობის) საშუალოები (სქემის მეხუთე სვეტი). შემდეგ ისაზღვრება ამ საშუალოთა სხვაობები ანუ წყვილ (ორმაგ) ანათვალთა შეცდომები (მეექვსე სვეტი) და ბოლოს განაზომთა შეცდომების თეორიის [13] ფორმულით ისაზღვრება დეციმეტრული დანაყოფის სისტემატიური შეცდომა მეექვსე სვეტის ჩანაწერთა ჯამის მათ რაოდენობაზე გაყოფით ($+0,26:30 = +0,01$ მმ), რომლის ოდენობას თანამიმდევრობით გამოვაკლებთ მეექვსე სვეტის ჩანაწერებს და დგინდება ლარტყის დეციმეტრული ინტერვალების შემთხვევათი შეცდომები (მეშვიდე სვეტი). ამ შეცდომების ოდენობები III კლასის ნიველობის დროს არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 0,5$ მმ და IV კლასის ნიველობის დროს კი ± 1 მმ. განხილავი სქემის მიხედვით № 1 ლარტყის დეციმეტრული ინტერვალის შემთხვევათი შეცდომის ოდენობა არ აღემატება $+0,22$ მმ (სქემის მეშვიდე სვეტში იგი ხაზგასმულია).

ინვარული ლარტყის ორივე სკალის დეციმეტრული ინტერვალების შემთხვევათი შეცდომების გამოკვლევა ხდება წინა (4) სქემის ანალოგიურად, აქ მხოლოდ ყოველი მეტრის საწყისსა და ბოლოში ისაზღვრება სახაზავის ტემპერატურა. მეტრიან ინტერვალებად კი შეირჩევენ ძირითადი სკალისათვის 02-10, 10-30, 30-50, 50-58 ნახევარდეციმეტრებს და 60-70, 70-90, 90-110, 110-118 ნახევარდეციმეტრებს დამატებითი სკალისათვის. გაზომვების დროს ერთი დამკვირვებელი იმყოფება საწყის შტრიხთან, რომელიც

ლარტის დეციმეტრული მატრიცის	ანათლები სახაზავზე, მმ		II-I სხვაობები მილიმეტრის მესამე ნაწილებში	წყვილ ანათებასა შემოღობების მესამე მილიმეტრებში	დეციმეტრული ინტერვლების შეცდომები, მმ	დეციმეტრული ინტერვლების შემთხვევითი შეცდომები, მმ	
	მდებარეობა						
	I	II					
1	2	3	4	5	6	7	
გამოკვლევის საწყისში $l = +16^{\circ},6$							
0	0,00	0,80	+60	40	+0,20	+0,19	
1	100,20	1,00	+80	60	-0,01	-0,02	
2	200,18	1,00	+82	59	+0,01	0,00	
3	300,20	1,00	+80	60	0,00	-0,01	
4	400,20	1,00	+80	60	+0,01	0,00	
5	500,22	1,00	+78	61	-0,13	-0,14	
6	600,08	0,88	+80	48	+0,02	+0,01	
7	700,10	0,90	+80	50	-0,08	-0,10	
8	800,00	0,82	+82	41	+0,10	+0,08	
9	900,10	0,92	+82	51	-0,11	-0,12	
10	1000,00	0,80	+80	40			
10	0,00	0,84	+84	42	+0,06	+0,05	
11	100,08	0,88	+80	48	-0,04	-0,05	
12	200,00	0,88	+88	44	+0,07	+0,06	
13	300,10	0,92	+82	51	-0,02	-0,03	
14	400,08	0,90	+82	49	+0,08	+0,07	
15	500,18	0,96	+78	67	-0,17	-0,18	
16	600,00	0,80	+80	40	+0,23	+0,22	
17	700,20	1,06	+86	63	-0,02	-0,03	
18	800,20	1,02	+82	61	-0,02	-0,08	
19	900,18	1,00	+82	59	-0,13	-0,14	
20	1000,02	0,90	+88	46			
20	0,00	0,60	+60	30	+0,09	+0,08	
21	100,08	0,70	+62	39	-0,09	-0,10	
22	200,00	0,60	+60	30	+0,11	+0,10	
23	300,10	0,72	+62	41	+0,09	+0,08	
24	400,20	0,80	+60	50	-0,01	-0,02	
25	500,18	0,80	+62	49	+0,03	+0,02	
26	600,20	0,84	+64	52	-0,01	-0,02	
27	700,22	0,80	+58	51	-0,01	-0,02	
28	800,20	0,80	+60	50	+0,02	+0,01	
29	900,22	0,82	+60	52	0,00	-0,01	
30	1000,20	0,84	+64	52			
გამოკვლევის ბოლოს $l = +17^{\circ},2$					ჯამი	+0,26	0,04

ცავეს სახაზავის უძრავობას. მეორე დამკვირვებელი კი იღებს ლარტის ქუსლის ახლო დეციმეტრული შტრიხების შესაბამის ანათვლებს სახაზავზე. გამოკვლევის ნაწილის ნიმუში ძირითადი სკალისათვის მოცემულია (5) სქემაში.

(5) სქემის მერვე სვეტში გამოთვლილი შეცდომები შეესაბამება განაზომთა შეცდომების თეორიაში მიღებულ წესს. მაგალითად, 4 და 6 დეციმეტრული ინტერვლის სიგრძეა $(199,97 - 100,01) = 99,96$ მმ, უნდა იყოს 100 მმ, მაშასადამე შეცდომა იქნება $99,96 - 100 = -0,04$ მმ. ანალოგიურად არის დადგენილი დანარჩენი დეციმეტრული ინტერვლების შეცდომები.

დეკემბერიანი ინტერვალები	ანათულები სახაზავზე, მმ				სახაზავის სიგრძის ტემპერატურის სერიული შეცვლებები, მმ	შესწორებული სიგრძე, მმ	დეკემბერიანი ინტერვალის შეცვლა, მმ	სახაზავის ტემპერატურა
	I	II	ანათულების საშუალო	საწყისი მტრის სერიული ცვლილებები				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	0,00	0,24	0,12	0,00	0	0,00		+25,0
4	100,02	100,14	100,13	100,01	0	100,01	+0,01	
6	199,96	200,20	200,08	199,94	+1	199,97	-0,04	
8	300,06	300,28	300,17	300,05	+1	300,06	+0,01	
10	400,01	400,20	400,10	399,98	+2	400,00	-0,06	+25,2
			და ასე შემდეგ					

3. ლარტყის ქუსლის ქვედა ზედაპირის უსწორობის და ლარტყის ღერძისადმი მისი პერპენდიკულარობისა და ძირითადი სკალის ნულშტრიხისადმი შეთავსების გამოკვლევა.

გამოკვლევის პირველი ნაწილისათვის, ანუ ლარტყის ქუსლის ზედაპირის უსწორობისა და ლარტყის ღერძისადმი მისი პერპენდიკულარობის გამოკვლევისათვის (რაც იწვევს ლარტყის სიგრძის შეცდომას) ნიველირიდან 10-30 მეტრზე ასობენ სამ ომბოხოს, თანამიმდევრობით ყოველ მათგანზე დგამენ ლარტყას ქუსლის ცენტრით, ქუსლის წინა, უკანა, მარცხენა და მარჯვენა მხარით და ყოველ ჯერზე მომწესობაში მოყვანილი ნიველირით იღებენ a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 ანათვალს სამსამჯერ (მე-4 სქემის 4, 5, 6, 7, 8 სვეტები), განსაზღვრავენ საშუალოებს. ამით

სქემა 7.6.6.4

დამკვირვებელი პ. სუფროვი, ლარტყა № 5615

ილქოსი №	ომბოხის №	ლატყის შტრიხის №	ანათვალი დოღზე (დოღის დანაყოფებში), როცა ლარტყა დგას ომბოხზე					
			ქუსლის ცენტრით	ქუსლის წინა მხარით	ქუსლის უკანა მხარით	ქუსლის მარცხენა მხარით	ქუსლის მარჯვენა მხარით	
			a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1	1	24,4	61,6	65,0	65,0	67,1	65,4	
			65,4	65,2	66,0	68,6	68,4	
			68,2	65,1	64,0	66,4	65,2	
		საშუალო		65,4	65,2	65,0	67,4	66,4
	2			11,9	10,6	10,5	10,9	11,6
				11,2	10,2	10,6	9,6	10,0
				9,6	8,8	10,8	11,4	10,2
		საშუალო		10,9	9,9	10,6	10,6	10,6
	3			45,6	43,0	44,9	45,9	44,2
				43,8	42,8	44,0	44,1	43,4
44,0				44,6	44,3	45,4	42,1	
	საშუალო		44,5	43,5	44,6	45,1	43,2	

სრულდება ერთი ილეთი. სულ საჭიროა ორი ილეთი. თუ ორი ილეთის ($a_1 - a_2$), ($a_1 - a_3$), ($a_1 - a_4$), ($a_1 - a_6$) საშუალოების სხვაობების საშუალო ოდენობები გამოვიღა 0,1 მმ ნაკლები, მაშინ შეიძლება განხილადი ლარტყა გამოვიყენოთ საჭე სლეს (ПОДЪЯТНИК) გარეშე (მე-5 სქემის 3, 4, 5, 6, სქეტიების ჩანაწერთა საშუალო).

მეორე ილეთი ანალოგიურად არის შესრულებული, რომელიც აქ არ არის მოყვანილი. (4) სქემის საფუძველზე შედგება (5) სქემა.

ს ქ ე მ ა 7.6 6.5

ილეთის №	ომბოხის №	საშუალოთა სხვაობები დოლის დანაყოფებში			
		$a_1 - a_2$	$a_1 - a_3$	$a_1 - a_4$	$a_1 - a_6$
1	2	3	4	5	6
I	1	+0,2	+0,4	-2,0	-1,0
	2	+1,0	+0,3	+0,3	+0,3
	3	+1,0	-0,1	-0,6	+1,3
II	1	+0,6	-1,0,8	-1,2	+0,9
	2	+1,2	-1,0	-0,8	+1,0
	3	+0,6	+0,3	-1,0	+0,2
საშუალო დოლის დან. საშუალო (მმ)		+0,8	+0,4	-0,9	+0,4
დოლის სიფასური=005 მმ		+0,04	+0,02	-0,04	+0,02

გამოკვლევების მეორე ნაწილი, ანუ ლარტყის ქუსლის სიბრტყის ლარტყის სკალის ნულ შტრიხისადმი შეთავსების გამოკვლევა, სრულდება საკონტროლო სახაზავით ლარტყის ქუსლის სიბრტყესა და ძირითადი სკალის ნულოვანი შტრიხის ღერძს შორის მანძილის გაზომვით, რისთვისაც საჭიროა ქუსლის სიბრტყეზე ხელით მივამაგროთ სამართებლის ფირფიტა.

ზემოთ მოყვანილი გამოკვლევის პირველი ნაწილი შეიძლება ლ ა ბ ო რ ა ტ ო რ ი უ ლ ი წესითაც შესრულდეს შემდეგნაირად: ბეტონის იატაკში ჩააცენენტებენ მრგვალთაფიანი ფოლადის ღეროს, რომელზეც თანამიმდევრობითა შევეულით (და არა თარაზოთი) აყენებენ ლარტყას 1, 2, 3, 4, 5, 6, 1 წერტილებით (ნახ. 11) და ყოველ ჯერზე იღებენ ანათვალს სამ-სამჯერ ლარტყის ძირითად და დამატებით სკალაზე, რის შედეგად სრულდება ერთი ილეთი. ყოველი ლარტყისათვის სრულდება ასეთი ორი ილეთი.

შუა წერტილით განმეორებით დაყენებულ ლარტყაზე ანათვლის აღება ხდება საკონტროლოდ. ქუსლის ცენტრით დაყენებულ ლარტყაზე აღებული ანათვლიდან სხვა წერტილებით დაყენებულ ლარტყაზე ანათვლების გადახრები იქნება ძიებული შეცდომები. ეს შეცდომები ნაკლები უნდა იყოს შესასრულებელი კლასის ნიველორის დასაშვებ შეცდომებზე. ჩატარებული გამოკვლევის შედეგად დგინდება:

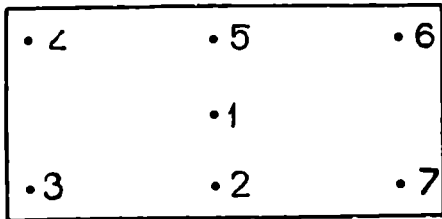
ა. არის თუ არა ლარტყის ქუსლის ზედაპირი სიბრტყე და ლარტყის ღერძისადმი პერპენდიკულარული;

ბ. ლარტყის ძირითადი და დამატებითი სკალების ნულების სიმაღლეებს შორის სხვაობა.

თუ ორივე გამოკვლევა შესრულდა ლაბორატორიულად, ველზე მას აღარ ასრულებენ.

4. წყვილი ინვარული ლარტყის ნულპუნქტების შეცდომა (სქ. 6).

ამ გამოკვლევით ისაზღვრება წყვილი ინვარული ლარტყის ნულების მდებარეობის სხვაობის ოდენობა. წინა მუხლში განვიხილეთ საკითხი ლარტყაზე ძირითადი და დამატებითი სკალის ნულების მდებარეობის ანუ საკონტროლო სახაზავით ლარტყის ქუსლის სიბრტყესა და მის ახლო მკაფიო დე-



ნახ. 7.6.2.11.

ციმეტრულ შტრიხამდე მანძილის დადგენის შესახებ. წყვილი ლარტყის ნულების ურთიერთუტოლობის დადგენისათვის კი ნიველირიდან 20—30 მ ასობენ სამომზობოს, რომლებზეც რიგრიგობით ვერტიკალურად აყენებენ ჯერ ერთ და მერე მეორე ლარტყას და სამ-სამ-ჯერ იღებენ ანათვალს (მე-

სქემის 3, 4, 6, 7 სვეტ.). ამით მთავრდება I ილეთი. სულ სრულდება სამი ილეთი. ილეთებს შორის სცვლიან ინსტრუმენტის პორიზონტს 30—50 მმ.

დასაკიდებელი წყვილი ლარტყის ნულების სიმაღლეთა სხვაობის დასადგენად ლარტყებს კიდებენ კედელში ჩასობილ წკირზე.

იმ შემთხვევაში, როცა დადგენილი სხვაობები ნული არ არის, უნდა ვეცადოთ, რომ მეზობელ რეპერებს შორის სადგურების რაოდენობა იყოს წყვილი და ლარტყები წინ და უკან მორიგეობდეს. თუ ვერ შევძელით სექციამი ლუწი სადგურების დანიშვნა, მაშინ უკანასკნელ არალუწ ალმატებაში შეაქვთ წყვილი ლარტყის განსაზღვრული ნულების სიმაღლეთა სხვაობის საშუალო ოდენობა. მაგალითად, განხილად შემთხვევაში ალმატებას, გამოთვლილს № 5615 ლარტყაზე ანათვალს (როგორც უკანა) მინუს № 5616 ლარტყაზე ანათვალს (როგორც წინა), უნდა დაემატოს—0,1 მმ (რადგანაც მისი ოდენობაა +0,1 მმ) და თუ უკანა ლარტყა იქნა № 5616 და წინა კი 5615, მაშინ გამოთვლილ ალმატებას ემატება + 0,1 მმ.

5. წყვილი ავურაებიანი ლარტყის ნულპუნქტის შეცდომა (სქემა 7).

ლარტყებზე ნულების მდებარეობას საზღვრავენ საკონტროლო სახაზავით ლარტყის ქუსლის გადანაჭერიდან მის ახლო მკაფიო დეციმეტრულ შტრიხამდე მანძილის ან დეციმეტრული დანაყოფის კიდემდე მანძილის გაზომვის შედეგად.

წყვილი ავურაებიანი ლარტყის ნულების ურთიერთუტოლობა კი დგინდება ნიველირიდან დაახლოებით 20 მ მანძილზე მტკიცედ დასობილ ერთი და იმავე ომზობოზე თარაზოთი შეეუღლად დაყენებული ლარტყების ორივე მხარის მრავალი ანათვლების ურთიერთშედარებით. პალოზე წყვილი ლარტყის შავ და წითელ გვერდზე ანათვლების აღებას ეწოდება ერთი ილეთი. ყოველ ილეთში ისაზღვრება წითელ და შავ გვერდებზე ანათვლებს შორის სხვაობა, რაც გამოსახავს ლარტყის წითელი და შავი გვერდ-

ლარჯები № 5615 და № 5616, დამკვირვებელი ვ. სოკოლოვი, 1973 წ. 12 მაისი

ილუის №	ომბოსის №	ანიონლები ლარჯებზე დოლის დანაკონტებში									
		№ 5615					№ 5616				
		პირიად სკალაზე	დამატებით სკალაზე	სტაობა	პირიად სკალაზე	დამატებით სკალაზე	სტაობა	პირიად სკალაზე	დამატებით სკალაზე	სტაობა	პირიად სკალაზე
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	1	27,153 4 3	86,404 5 5		27,153 2 2	86,401 0 0					
	საშუალო	27,153	86,405	59,212	27,152	86,400	59,249	±1			±5
1	2	30,021 2 1	89,273 3 0		30,031 1 0	89,269 70 70					
	საშუალო	30,021	89,272	59,251	30,021	89,270	59,249	0			+2
	3	29,285 6 4	88,536 7 6		29,262 4 4	88,530 1 2					
	საშუალო	29,285	88,536	59,251	29,293	88,531	59,248	-1.2			+5
	საშუალო			59,251			59,248	+1			+4

II და III ილუის არ მოგვეყვს.

სამოქმედო ილუის (საშუალო)

I-9,261

წველი № 5615 და 5616 ლარჯის ნულუმის სომალეთის საშუალო სტაობაა - 2 = 1+3 = 2, დოლის დანაკონტ ანუ 0.15 მმ (2 - 0.10) მმ.

ების ნულების სიმალეების სხვაობას. როგორც ვიცით, წყვილი ლარტყის ყველ მხარეებზე უნდა იყოს ნულების ტოლობა ან განსხვავება 100. სხვა სახის სხვაობა ძიებული შეცდომა იქნება. საჭიროა ომბოზოზე სამი-ოთხი ილეთის შესრულება სხვადასხვა პორიზონტზე. მხოლოდ ილეთებს შორის უნდა გაიზომოს ნიველირის სიმალე. ბოლოს ისაზღვრება ილეთების შედგომა საშუალო, ანუ წყვილი ლარტყის ნულებს შორის საშუალო გადახრა.

იმ შემთხვევაში, როცა სხენებული გადახრა ნული არ არის, ანუ, როცა შეცდომებს აქვს ადგილი, უნდა მივიღოთ წესად, რომ მეზობელ რეპერებს შორის იყოს აუცილებლად სადგურების წყვილი რაოდენობა და ლარტყები მორიგეობდეს წინა და უკანა ლარტყის სახით.

(6) სქემაში მოცემულია მესამე მაგალითში გამოყენებული ვისოცის № 1 და № 2 წყვილი ლარტყის ნულების მდებარეობის (სიმალეების) სხვაობის გამოკვლევა ოთხი ილეთით.

ს ქ ე მ ა 7.6.2.7

ლარტყა № 1			ლარტყა № 2		
შავი	წითელი	სხვაობა	შავი	წითელი	სხვაობა
2028	6716	4688	2029	6817	4785
1918	6606	4687	1916	6703	4787
1803	6494	4686	1808	6594	4786
2173	6862	4687	2175	6962	4787
საშუალო		4687	საშუალო		4787

საერთოდ, განსაკუთრებული ყურადღება უნდა ექცეოდეს ლარტყის დაცვას მზისა და სინესტის გავლენისაგან.

7. 6. 8. ნ ი ვ ე ლ ი რ ე ბ ი. მ ა თ ი კ ლ ა ს ი შ ი კ ა ს ი ა

გეომეტრიული ნიველობის განსაზღვრების შესაბამისად ნიველარს უწოდებენ ინსტრუმენტს, რომელიც თარაზული (პორიზონტული) სხივის მიღების საშუალებას იძლევა. თარაზული სხივი კი მიიღება ნიველირის ჭოგრის საშუალებით, რომლის სამიზნე ღერძის თარაზულად დაყენება სრულდება თარაზოთიან ოპტიკური კომპლენსატორით.

საერთოდ, ნიველირის კონსტრუქცია მარტივია. ამ ბოლო ხანებში ნიველირების კონსტრუქციები მნიშვნელოვნად შეიცვალა და გაუმჯობესდა, მაგრამ ჭერჭერობით წარმოებაში გამოიყენება ისეთი ნიველირებიც, რომელთა გამოშვება თანამედროვე სტანდარტით არ არის გათვალისწინებული. ამიტომ საჭიროდ ვთვლით ამ შრომაში მათ შესახებაც იყოს საჭირო ცნობები მოცემული. ნიველირები შედგება შემდეგი ძირითადი ნაწილებისაგან (ნახ. 1):

1. ზედაღვარი D , რომელთანაც დაკავშირებულია ვერტიკალური ღერძი B_1 და ამწევი (დამყენებელი) R ხრახნები;
2. შიშვალაღვარი E , რომელიც B_2 მილისის სახით ვერტი-

კალურ B_1 ღერძს უკავშირებს Z ჯოგის; უკანასკნელი გამოშვების მრავალნიველირში ალიდალაზე მოწყობილია ელევაციური (ზესაწვევი) ხრახნი, რომლითაც ხდება ინსტრუმენტის ზემო ნაწილის (ჯოგრითა და თარაზოთი) დახრის მიკრომეტრიული ცვალებადობა D ზედა დგართან დაკავშირებული ვერტიკალური B_1 ღერძის მიმართ;

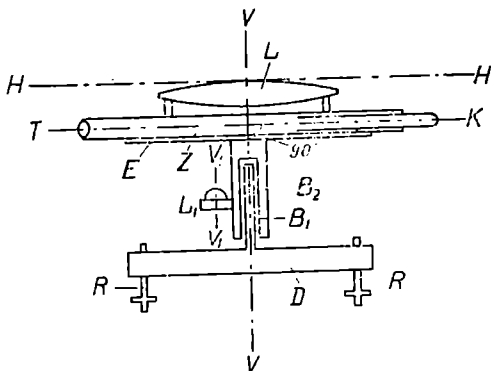
3. სამიზნე ჯოგრი Z ;

4. ცილინდრული L თარაზო ან სამიზნე ჯოგრში მოწყობილი დახრის კომპენსატორი;

5. სფერული L_1 თარაზო, რომელიც მოწყობილია ალიდალაზე ან D ზედადგარზე.

გარდა ზემოთ მოყვანილი ნაწილებისა, ნიველირებს აქვს კიდევ სხვადასხვა ნაწილები, რომლებიც ქვემოთ იქნება განხილული.

ნებისმიერ ნიველირში ძირითადია Z ჯოგრის KT ღერძი პარალელური იყოს L თარაზოს HH ღერძისა და გეომეტრიული ნიველობის



ნახ. 7.6.3.1.

მოხერხებულად შესრულებისათვის ეს უკანასკნელი კი მართობი იყოს ნიველირის ბრუნვის VV ვერტიკალური ღერძისა; აგრეთვე ჯოგრის თარაზული ძაფი, რომლითაც შვეულად დაყენებულ ლარტყაზე აიღება ასათვლები, მართობი იყოს აღნიშნული VV ღერძისა. კომპენსატორებიან ნიველირებში კი მთავარი მოთხოვნაა სამზერი Z ჯოგრის მაქსიმალური საკომპენსაციო დახრის შესაბამის სამუშაო მდგომარეობის დროს კომპენსატორსა და ობიექტივს შორის მდებარე ჯოგრის სამიზნე KT ღერძის ნაწილმა დაიკავოს თარაზული მდებარეობა. ამავე დროს აუცილებელია სფერული L_1 თარაზოს V_1V_1 ღერძი, რომლითაც ნიველირის ბრუნვის VV ღერძს აყენებენ შვეულად. იყოს ამ უკანასკნელის პარალელური.

ნიველირების კლასიფიკაცია განიხილება სიზუსტისა და კონსტრუქციული თავისებურების ძირითადი ნიშანთვისების მიხედვით. მაგალითად, სიზუსტის მიხედვით ნიველირები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: 1. მა-

დალი სიზუსტის—I და II კლასის ნიველობისათვის; 2. ზუსტი—III და IV კლასის ნიველობისათვის და 3. ტექნიკურ-საინჟინრო გეოდეზიური სამუშაოებისათვის.

კონსტრუქციული თავისებურების მიხედვით ძირითადი ტიპებია: ხშული, გადასადებ- და საბრუნავქოგრიანი. იმის მიხედვით, თუ როგორ ხდება ჰოგარის სამიზნე ღერძის თარაზულად დაყენება, ხშული ნიველირები ნაირსახეობისაა: მარტივი, რომლის ჰოგარი მასზე დამაგრებული თარაზოთი ხშულადაა მიმაგრებული შევული ღერძის გარშემო მბრუნავ მილისზე თარაზული წრდით; ჰოგარზე მიმაგრებული თარაზოთი, ელევაციური ხრაზნით და ოპტიკური ბლოკით, რომლითაც ხდება კონტაქტური თარაზოს ბუმტულის ბოლოების ჰოგარის მხედველობის არეში მიღება; თვითმომწესობადი (ავტორედუქციული ოპტიკური კომპენსატორებით); ბრტყელ-პარალელურ ფირფიტებიანი მიკრომეტრით;

გადასადებჰოგრიანი ნიველირებია: თარაზოთი შიმშაზე; თარაზოთი ჰოგარზე; და ჰოგარზე შესადები თარაზოთი.

საბრუნავქოგრიან ნიველირებს დაყენებული აქვს რევერსიული თარაზო. ამ ბოლო ხანებში ჩვენში დაიწყეს ხშული ნიველირების დამზადება, რომლითაც ხდება დახრილი სამიზნე სხივის საშუალებით ნიველობა.

1963 წლის სახელმწიფო სტანდარტის 10528—63 შესაბამისად საბჰოთა კავშირში დამზადებული უნდა იქნეს შემდეგი ტიპის ნიველირები (ნიველირები აღინიშნება ასო H და მის გვერდით ციფრი გამოსახავს ნიველობის კლასს, რომელიც სრულდება ამ ნიველირით):

I. მაღალი სიზუსტის

H1—I კლასის ნიველობისათვის, ხშული, თარაზოთი, ელევაციური ხრაზნით და ბრტყელი პარალელური ფირფიტით. ნიველირით კილომეტრზე აღმატების გადაცემის საშუალო კვადრატული შეცდომა არ უნდა გადასცილდეს $\pm 0,5$ მმ;

H2—II კლასის ნიველობისათვის, ხშული, თარაზოთი, ელევაციური ხრაზნით და ბრტყელი პარალელური ფირფიტით, კილომეტრ ნიველირსავალზე არა უმეტეს $\pm 1,0$ მმ საშუალო კვადრატული შეცდომისა;

HC 2—II კლასის ნიველობისათვის, თვითმომწესობადი, ბრტყელი პარალელური ფირფიტით, კილომეტრ ნიველირსავალზე არაუმეტეს $\pm 1,0$ მმ საშუალო კვადრატული შეცდომისა;

II. ზუსტი

H3—III კლასის ნიველობისათვის, ხშული, თარაზოთი, ელევაციური ხრაზნით, კილომეტრ ნიველირსავალზე არაუმეტეს ± 4 მმ საშუალო კვადრატული შეცდომისა;

HC3—III კლასის ნიველობისათვის, თვითმომწესობადი, კილომეტრ ნიველირსავალზე არაუმეტეს ± 4 მმ საშუალო კვადრატული შეცდომისა;

HC4—IV კლასის ნიველობისათვის, თვითმომწესობადი, თარაზული წრედით, კილომეტრ ნიველირსავალზე არაუმეტეს ± 8 მმ საშუალო კვადრატული შეცდომისა;

III. ტექნიკური

HT —ტექნიკური ნიველობისა და საინჟინრო გეოდეზიური სამუშაოებისათვის, ხშული, თარაზოთი ან თვითმომწესობადი, თარაზული წრედით, კილომეტრ ნიველირსავალზე არაუმეტეს ± 15 მმ საშუალო კვადრატული შეცდომისა;

HLC — \dagger ტექნიკური ნიველობისა და საინჟინრო გეოდეზიური სამუშაოებისათვის, დახრილი სხივით ნიველობისათვის, სასიმაღლო შტრიხით, თვითმომწესობადი, თარაზული წრედით, კილომეტრ ნიველირსავალზე არაუმეტეს ± 30 მმ საშუალო კვადრატული შეცდომისა.

H1; H2; H3 და *HT* ნიველირები აღქურვილი უნდა იქნეს ოპტიკური ბლოკებით (პრიზმების სისტემით), რათა მათი თარაზოს ბუშტულის ბოლოები ხილულ იქნეს ქოგარის მხედველობის არეში, ხოლო თვითმომწესობად ნიველირებში კომპენსატორები უნდა მუშაობდეს შემდეგი ოდენობებით ქოგარის მაქსიმალური დახრის დროს:

HC2 ნიველირში $\pm 6'$;

HC3 $\pm 10'$;

HC4 და *HT* ნიველირებში $\pm 15'$.

HLC ნიველირით უნდა შეიძლებოდეს ნიველობის წარმოება ვერტიკალურ სიბრტყეში ქოგარის $\pm 3'$ დახრის დროს.

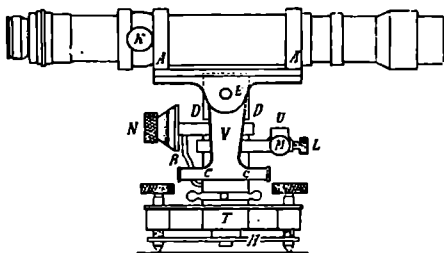
გეომეტრიული ნიველობისათვის განკუთვნილი როგორც თანამედროვე, ისე ამჟამად ექსპლუატაციაში მყოფი ძველი კონსტრუქციის ინსტრუმენტები შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად იმის მიხედვით, თუ რითი ხდება ქოგარის სამიზნე *KT* ღერძის ჰორიზონტულად დაყენება. ამ ნიშანთვისებას უპასუხებს ჩვენს მიერ გამოყენებული კლასიფიკაცია: ნიველირები ცილინდრული თარაზოთი და თვითმომწესობადი (ავტორედუქციული) ნიველირები. ყოველი ჯგუფის ნიველირების განხილვის დროს საპირობებისამებრ იქნება მოყვანილი ცნობები სხვა ნიშანთვისებების შესახებაც (სიზუსტე, კონსტრუქციული თავისებურება და სხვა). ქვემოთ, აგრეთვე, განვიხილავთ გეომეტრიული ნიველობისადმი არაზუსტად შესატყვის, მაგრამ მისდამი მიკუთვნებულ დახრილსხივიან ნიველირებს.

6. 4. საბრუნობრიანი ნიველირი რეპერსიული თარაზოთი

განხილავთ ნიველირის ავტორია ცეისი. გარეგნობით ეს ნიველირი წააგავს ხშულ ნიველირებს; მაგრამ აქ ქოგარი მასთან მიმავლებულ რევერსიულ-კონტაქტური თარაზოთი ბრუნავს თავისი გეომეტრიული ღერძის ირგვლივ ბუდეებში ისე, რომ იგი არ ამოიღება ბუდეებიდან, რის შედეგად, აღნიშნული თარაზო ხან მარჯვნივ და ხან მარცხნივ, აგრეთვე ქოგარით დამ-

ზერა შეიძლება როგორც ოკულარის, ისე ობიექტივის მხრიდან, რისთვისაც ხდება ოკულარის გადაადგილება, ე. ი. თითქოს ხდება ბუდეებში ჭოგრის გადადება 180° ; ბოლოს, ელევაციური ხრახნით შეიძლება ნიველირის ზემო ნაწილის (ჭოგრით) აწვე-დაწვევა და ჭოგრის დახრის კუთხის ათვლა აღნიშნული ელევაციური ხრახნის ბოლოში მოწყობილი დოლის სკალაზე. როგორც ვხედავთ, განხილავი ნიველირი შინაარსობრივად შეიძლება მიეკუთვნოს გადასადებჭოგრიან ნიველირს, რომლის ჭოგრზეა მიმაგრებული თარაზო.

როგორც აღინიშნა, ჭოგრი თავისი პოპოქიკებით თავისუფლად ბრუნავს



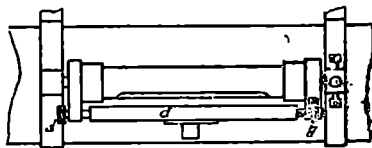
ნახ. 7.6.4.1.

ნიველირის AA საყრდენებში (ნახ. 1), მაგრამ ჭოგრის ამოღება არ შეიძლება, რის გამოც იგი დაცულია მტვერის ზეგავლენისაგან. K არის კრემალიერი ჭოგრის საგანზე ფოკუსთაგანყოფისათვის. ჭოგრზე მიმაგრებული თარაზოს ამჟღავნებელი ბუდის მარჯვენა მხარე წარმოადგენს ბურთულას, რომელიც მოთავსებულია ბურთულისებურ ბუდეში (ნახ. 2), ხოლო მარცხენა მხარე დამაგრე-

ბულია ოთხი შემასწორებელი ხრახნით, რომლებიც წვეილ-წვეილად შესაძლებლობას იძლევიან გადავადგილოთ თარაზო როგორც ვერტიკალურად, ისე ჰორიზონტულად. თარაზოს ზემოთ მოწყობილია ოპტიკური პრიზმების

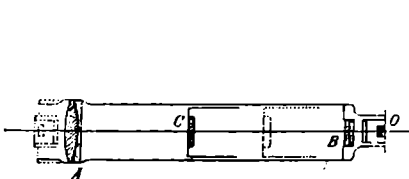
P სისტემა, რომელიც შესაძლებლობას იძლევა ვიხილოთ თარაზოს ბუტულა ჭოგრის როგორც ოკულარის, ისე ობიექტივის მხრიდან. B ქუროს საშუალებით აღნიშნული ბუდე პრიზმებით შეიძლება გადაადგილდეს მარჯვნივ და მარცხნივ თარაზოს გასწვრივ და დამაგრდეს ნებისმიერ ადგილას F

ხრახნით. თარაზო ქვემოდან ნათდება ბრტყელი მოგრძო სარკით. AA საყრდენები (ნახ. 1) ხისტად არის შეერთებული V ორთითასთან, რომლის ბოლო შეერთებულია ფართო პორიზონტულ CC რგოლთან. აღნიშნული ორთითა ჩასმულია DD მილისში, მაგრამ მასთან ხშულად არ არის მიმაგრებული და შეიძლება საშუალო მდგომარეობიდან მარცხნივ და მარჯვნივ მისი მოძრაობა E ღერძის ირგვლივ ქანქარისებურად CC რგოლის შესაბამის ფარგლებში. ეს მოძრაობა სრულდება N ელევაციური ხრახნით, რომელიც R ბერკეტის საშუალებით აწვევა D მილისს, რის შედეგად სასურველ მხარეზე მდოვრედ იხრება ჭოგრი და მასთან ერთად თარაზოც. R ბერკეტის საწინააღმდეგო მხარეზე CC რგოლსა და DD მილისს შორის მოთავსებულია ძლიერი ზამბარაკი, რომლითაც ხდება აღნიშნული CC რგოლის სა-

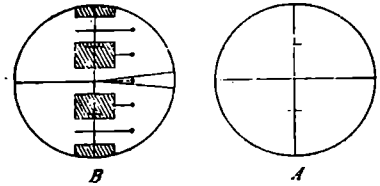


ნახ. 7.6.4.2.

ქირო მდგომარეობაში დამაგრება. N ელევაციური ხრახნის ბოლოზე დოლი დაყოფილია 100 ტოლ ნაწილად, რომლის ერთი დანაყოფის საფასურია $2'$; მაშასადამე, სრულ ბრუნვას შეესაბამება 200" ჰოგრის დახრა. ხრახნის სრული ბრუნვების რაოდენობა არსად არ აღინიშნება, იგი უნდა დაეთვალათ უშუალოდ. DD მილისი შვეული ღერძით შეერთებულია T ზედადგართან. შვეული ღერძის მომჭერი ხრახნია L , ხოლო მიკრომეტრული ხრახნია M . იქვეა სფერული თარაზო U ნიველირის მომწესობაში ტლანქად დასაყენებლად. ვერტიკალური ღერძი არის ცილინდრული. ამწევი ხრახნების ბოლოები გაყრილია დრეკად სქელ H ფირფიტაში, რომელსაც უერთდება ხერხემალა ხრახნი და მისი მოჭერით მაგრდება ინსტრუმენტი შტატივზე.



ნახ. 7.6.4.3.



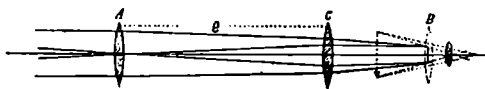
ნახ. 7.6.4.4.

ჰოგრი არის შიგაფოკუსთგაწყობიანი. მის ორივე ბოლოში ჩაყენებულია რთული A და B ლინზები (ნახ. 3), რომელთაც შეუძლიათ შეასრულონ ობიექტივის დანიშნულება; ამ ლინზებს შორის მოთავსებულია მფოკუსირებელი C ლინზა. O ოკულარი არის ორთოსკოპიული, რომელშიც, როგორც ვიცით, მოსპობილია აბერაციები. ეს ოკულარი შეიძლება გადაადგილებულ იქნეს A ობიექტივისაკენ; მაშინ B ლინზა შეასრულებს ობიექტივის ფუნქციას. A და B ლინზების შიგა პირეულებზე დაკვესილია ძაფთა ბადე (ნახ. 4), მაგალითად, A ობიექტივზე ჩვეულებრივი ძაფებია, ხოლო B -ზე შუა თარაზული ძაფი მისი სიგრძის შუიდან იყოფა ორ შტოდ (ბისექტორად). შტრიხებიან ლარტყაზე ანათვლების ასაღებად მისი მარცხენა მთლიანი ზახი უნდა შეეუთავსოთ ლარტყის შტრიხს ისე, რომ მისი გაგრძელება მოხდეს ამ განშტოების შუაში. ამით იზრდება ანათვლების აღების სიზუსტე. როცა ლარტყა აგურაებიანია, მაშინ ვიყენებთ თარაზული ძაფის მარცხენა ნაწილს. როგორც აღინიშნა, ჰოგრი არის შიგაფოკუსთგაწყობიანი კეპლერის ჰოგრის მაგვარი, სადაც გამოსახულება მიიღება შებრუნებული. ჰოგრს ორი ძაფთა ბადის გამო აქვს სამიზნე ორი ღერძი. ისინი მხოლოდ მაშინ დაემთხვევიან ურთიერთს, როცა ორივე ძაფთა ბადის გადაკვეთები დაემთხვევა შესაბამისი ობიექტივების ოპტიკურ ცენტრებს, რისი შესრულებაც ფაქტიურად ზუსტად შეუძლებელია. ეს მიიღწევა დაახლოებით ისე, რომ პრაქტიკულად ეს ღერძები შეთავსებულად ჩაითვალოს. ამასთან დაკავშირებული ზუსტი შედეგის მიღწევა შეიძლება ოთხჯერ ანათვლის აღების საშუალოთი.

5—10 მილიმეტრამდე შეცდომის დაშვებით განხილადი ნიველირის $\varphi_A = +320$ მმ; $\varphi_B = +350$ მმ; $\varphi_C = +590$ მმ; ლინზებს შორის მანძილი e ცვალებადობს 90 და 210 მილიმეტრს შორის. (6. 2. რ. 1) ფორმულის შესაბამისად, A და C ტელეობიექტივებისა და B და C ტელეობიექტივების შესაბამისი ეკვივალენტური ლინზის მთავარი საფოკუსო მანძილები იქნება:

$$\left. \begin{aligned} F_{\text{ახ. AC}} &= \frac{\varphi_A \varphi_C}{\varphi_A + \varphi_C - e} = \frac{320 \times 590}{320 + 590 - e} \\ F_{\text{ახ. BC}} &= \frac{\varphi_B \varphi_C}{\varphi_B + \varphi_C - e} = \frac{350 \times 590}{350 + 590 - e} \end{aligned} \right\} (7.6.4.1)$$

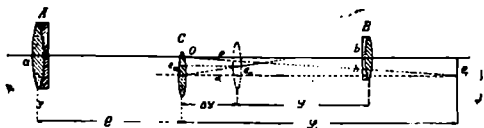
ორივე შემთხვევაში ლინზებს შორის e მანძილის მაქსიმუმისათვის ეკვივალენტური ლინზის მთავარი საფოკუსო მანძილი დადებითი გამოდის. მაშასადამე, იგი იქნება დადებითი და გამოსახულებას მივიღებთ ყოველთვის ნამდვილს და შებრუნებულს (ნახ. 5). ცხადია, ჰოგარის გამადიდებლობაც იქნება



ნახ. 7.6.4.5.

ბა ცვალებადი, მხოლოდ ჰოგარის უსასრულობაზე დაყენებისას მისი გამადიდებლობა გამოდის $29 \times$.

როგორც ცნობილია, შიგაფოკუსთგაწყობიან ჰოგარებში ადგილი აქვს შიგა მათოკუსირებელი C ლინზის ექსცენტრისიტეტს. ეს უქანასცნელი კი იწვევს ჰოგარის სამიზნე ღერძის გადახრას, რაც, თავისი მხრივ, გავლენას ახდენს ლარტყაზე აღებულ ანათვლებზე. გამოვიყვანოთ მათოკუსირებელი ლინზის ექსცენტრისიტეტით გამოწვეული ლარტყაზე ანათვლის შეცდომის გამოსათვლელი ფორმულა.



ნახ. 7.6.4.6.

აივლოთ შესაძლო უცუდესი პირობა, სახელდობრ დავეშვათ, რომ, როცა ჰოგარი დაყენებულია უსასრულობაზე, მოძრავი C ლინზის ოპტიკური ცენტრი ჰოგარის ღერძიდან დაშორებულია e_0 სიდიდით და აკრეთვე ლინზის მოძრაობით ექსცენტრისიტეტი იზრდება იმავე მხარეზე. ამ შემთხვევაში ჰოგარში მზერის დროს დამიზნების ab სხივი (ნახ. 6) გადატყდება O წერტილში და გაივლის C ლინზის მთავარ f_1 ფოკუსში, რომლის ხაზოვანი გადახრა ჰოგარის ძაფთა ბადის სიბრტყეში გამოისახება bx სიგრძით. ამ შემთხვევაში ლარტყაზე ანათვლის აღების შეცდომა გამოითვლება შემდეგი პროპორციით:

$$\Delta h : x = D : f, \quad (7.6.4.2)$$

სადაც Δh არის ლარტყაზე ანათვლის შეცდომა;

$$x = bx;$$

ამევე დროს ცნობილია, რომ:

$$\frac{1}{D} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}, \quad (7.6.4.3)$$

სადაც D არის ლარტყამდე მანძილი;

f — სისტემის ოპტიკური ცენტრიდან ძაფთა ბადეზე მიღებულ გამოსახულებამდე მანძილი;

F — რთული ლინზის მთავარი საფოკუსო მანძილი.

განვსაზღვროთ x სიდიდე. (6) ნახაზიდან

$$x = bk = (y_1 + \Delta y) \operatorname{tg} \beta,$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{e_1}{\varphi_1},$$

$$e_1 = e_0 + \Delta y \operatorname{tg} \alpha,$$

საიდანაც

$$x_1 = \frac{y_1 + \Delta y}{\varphi_1} (e_0 + \Delta y \operatorname{tg} \alpha), \quad (7.6.4.4)$$

სადაც y არის მანძილი ძაფთა ბადის სიბრტყიდან მაფოკუსირებელ C ლინზამდე, როცა ჯოგრი დაყენებულია „უსასრულობაზე“,

Δy არის y -ის ნაზრდი;

α — კუთხე, რომელსაც C ლინზის მოძრაობის ღერძი ადგენს ჯოგრის ოპტიკურ ღერძთან.

როცა $\alpha = 0$, ე. ი. თუ C ლინზის ოპტიკური ცენტრი მოძრაობს ჯოგრის ოპტიკური ღერძის პარალელურად, მაშინ (4) ტოლობა დაიწერება ასე:

$$x = \frac{y + \Delta y}{\varphi_1} e_0, \quad (7.6.4.5)$$

ხოლო, თუ ექსცენტრისიტეტი $e_0 = 0$, მაშინ (4) დამოკიდებულება მიიღებს სახეს:

$$x_0 = \frac{y + \Delta y}{\varphi_1} \Delta y \operatorname{tg} \alpha. \quad (7.6.4.6)$$

ამ შემთხვევაში, თუ $D = \infty$, ცხადია, Δy გახდება ნული; მაშასადამე, x -იც ნულის ტოლი გახდება.

შედარების მიზნით გამოვიყვანოთ იმავე x' სიდიდის ოდენობის გამოათველი ფორმულა კებლერის ჯოგრისათვის (ნახ. 7).



ნახ. 7.6.4.7.

(7) ნახაზიდან:

$$x'_1 = e_0 + \Delta y \operatorname{tg} \alpha, \quad (7.6.4.7)$$

ხოლო, როცა e_0 ექსცენტრისიტეტი ნულია, მაშინ

$$x_1' = \Delta y \operatorname{tg} \alpha. \quad (7.6.4.8)$$

სადაც y არის ობიექტივის მთავარი საფოკუსო მანძილი;

Δy — მისი ნაზრდი.

ასობების დანარჩენი მნიშვნელობები კი იგივეა, რაც წინა შემთხვევაში. ლარტყაზე ანათელის აღების $\Delta h'$ შეცდომა ამ შემთხვევაში გამოითვლება (2) ფორმულაში x'_e და x_e ოდენობების ჩასმით. ო. დ. ი. ტ. ც. ის გამოკვლევის შედეგად მიღებულია ცეისისა და კეპლერის ჯოგრით ლარტყაზე ანათელბა აღების შეცდომების ცხრილები:

I ცხრილით ცეისის ნიველირის ჯოგრისათვის $\varphi = 322$ მმ; $\varphi_1 = 592$ მმ; $F = f = 270$ მმ, ამავე დროს e (ლინზებს შორის მანძილი), შესაბამისად. ტოლია 209; 207 და 203 მმ. თუ დავეშვებთ ექსცენტრისიტეტი $I_0 = 0,01$ მმ და $\operatorname{tg} \alpha = 0,001$, მივიღებთ შემდეგ ცხრილს:

I

D	y	Δy	x_{e_1}	x_e	$\Delta h'_{e_1}$	Δh_e	შეცდომების ცვალებადობა მანძილების მიხედვით	
							e_{e_1}	e_e
მ	მმ	მმ	მმ	მმ	მმ	მმ	მმ	მმ
∞	93	0	—	—	—	—	—	—
100	94	1	0,0018	0,0052	0,67	0,07	—	—
50	96	3	0,0022	0,0005	0,41	0,09	+0,26	-0,02
25	99	6	0,0028	0,0011	0,26	0,10	+0,15	-0,01

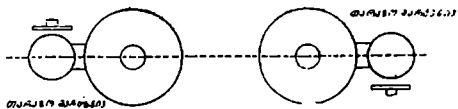
II ცხრილით კეპლერის ჯოგრისათვის $F = 270$ მმ (ცეისის ნიველირის ჯოგრის საშუალო); $e_0 = 0,01$ მმ; $\operatorname{tg} \alpha = 0,001$.

II

D	y	Δy	x'_{e_1}	$x_{e'}$	$\Delta h'_{e_1}$	$\Delta h_{e'}$	შეცდომების ცვალებადობა მანძილების მიხედვით	
							e'_{e_1}	$e_{e'}$
მ	მმ	მმ	მმ	მმ	მმ	მმ	მმ	მმ
∞	270	0	—	—	—	—	—	—
100	270,3	0,3	0,0108	0,0008	4,00	0,30	—	—
50	272,2	2,2	0,0122	0,0022	2,26	0,40	+1,74	-0,10
25	274,5	4,5	0,0145	0,0045	1,35	0,42	+0,91	-0,02

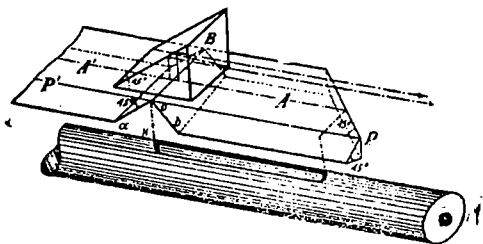
წარმოდგენილი ცხრილებიდან ნათლად ჩანს, რომ სრულიად თანაბარ პირობებში კეპლერის ჯოგრით მიღებული ანათელბების შეცდომების ოდენობები მნიშვნელოვნად ღიღდება ცეისის, ანუ შიგაფოკუსთვაწყობიანი ჯოგრით ლარტყაზე ანათელბების შეცდომებთან შედარებით. ნიველობის დროს მანძილების მიხედვით კეპლერის ჯოგრაში ოკულარის მუხლისა და ცეისის ჯოგრაში შიგა C ლინზის ფოკუსირების დროს ანათელბების შეცდომების e ცვალებადობებიც უკანასკნელის სასარგებლოდ ლაპარაკობს. მაშასადამე. ნიველობის შედეგად

უფრო სანდო გამოდის ცეისის ჰოგრით, ვიდრე კეპლერის ჰოგრით (იხილეთ ცხრილების უკანასკნელი ორი სვეტი). აქვე აღვნიშნავთ, რომ ყოველი წყვილი ცხრილების უკანასკნელი ორი სვეტი). აქვე აღვნიშნავთ, რომ ყოველი წყვილი ბათილდება. ამავე დროს, ანათვლების შეცდომების ϵ' ცვალეზადი ოდენობები კეპლერის ჰოგრაში ახდენს ϵ ოდენობის ცვალეზადობას, რომელსაც ზუსტ ნიველობაში მხედველობაში იღებენ (ϵ არის ნიველირის ჰოგრის სამიზნე ღერძის დახრის კუთხე, რომელიც გამოწვეულია ინსტრუმენტული შეცდომებით).



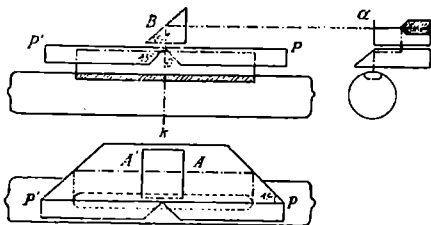
ნახ. 7.6.4.8.

როგორც აღვნიშნა, ცეისის ნიველირის ჰოგრაზე დაყენებული აქვს რევერსიული, კონტაქტური, ამპულაზე უღანაყოფო თარაზო (ნახ. 8), რომლის



ნახ. 7.6.4.9.

ზემოთ იმავე ჰოგრის ბუდეში მოწყობილია პრიზმების სისტემა (ნახ. 9) და (ნახ. 10). ყოველივე ბრუნავს ჰოგრთან ერთად. ნახაზებზე ნაჩვენებია, რომ თარაზოს ბუშტულის ბოლოებიდან წამოსული სხივები A და A' პრიზმების სხვადასხვა წახნაგებიდან სამ-სამჭერ არეკვლის შემდეგ ეცემა B პრიზმის

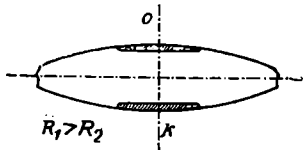


ნახ. 7.6.4.10.

ერთ-ერთ წახნაგს, რომლიდანაც, როგორც სარკიდან ვხედავთ, — ბუშტულის გაჭრილ ბოლოს (ნახ. 10). ჰოგრის შებრუნებისას, ცხადია, პრიზმების სისტემა მოექცევა ქვევიდან (თარაზო მარცხნივ) და ბუშტულის ბოლოებიდან წამოსული სხივები სანამ აღნიშნულ პრიზმებს დაეცემოდეს, გაივ-

ლის ამპულის სითხეში. ცხადია, რევერსიული თარაზოს ბუშტულა პირველ შემთხვევაში (თარაზო მარჯვნივ) შეეხება ამპულის ზედა (ერთ) მხარეს, ხოლო მეორე შემთხვევაში (თარაზო მარცხნივ) — ქვედა მხარეს. აღნიშნულის შედეგად გამო-

მდინარეობს. რომ განხილად თარაზოს აქვს ორი ნულუნქტი, რომელთა შესაბამისად მათ ქვემოთ ხდება ბუშტულის ბოლოების ქორღების. გაყოფა კოგრის ორივე მდგომარეობაში ყოფნის დროს. პრიზმების გამოყენებით ნულუნქტების ორმაგობის გავლენა სრულიად ბათილდება და ორივე მდებარეობაში თარაზო თუგინდ შიგა პირეულების არათანაბრად გამოხვეწითა და სიმრუდის რადიუსების ურთიერთ არატოლობით ხასიათდებოდეს (ნახ. 11), პრიზმების სწორად დაყენების ბუშტულის შესაბამისი ქორღები ზუსტად გაიყოფა. მაშასადამე,



ნახ. 7.6.4.11.



ნახ. 7.6.4.12.

თუ ბუდის გადაადგილებით პრიზმებს დაყენებთ ისე, რომ *o* კისექტრისა (ნახ. 10, 11) ხსენებულ ქორღებს შუაზე ყოფდეს, ბუშტულის ბოლოების კონტაქტის (ნახ. 10) შემთხვევაში თარაზოს ღერძი იქნება პორიზონტულად კოგრის რომელ მხარესაც არ უნდა იყოს თარაზო. თუ პრიზმები არ იქნა დაყენებული სწორად, კონტაქტი არც ერთ მდებარეობაში არ ექნება (ნახ. 12) და კოგრის ღერძის ყოველ მდებარეობაში (პრიზმები ქვევით და ზევით) თარაზოს ღერძი ერთი და იმავე ოდენობის კუთხით იქნება დახრილი.

კოგრზე ამდაგვარად თარაზოსა და პრიზმების განლაგებას აქვს შემდეგი უპირატესობა:

1. ოკულარიდან ბუშტულის ბოლოები ჩანან პარალაქსის გარეშე;
2. არ არის საჭირო თარაზოზე ანათვლების აღება, მაშასადამე, არც ანათვლების ჩაწერა საჭირო;
3. ბუშტულის ბოლოების კონტაქტის დადგენა გაცილებით მეტი სიზუსტით ხდება, ვიდრე ჩვეულებრივ თარაზოს ამპულაზე ბუშტულის ბოლოებით დანაყოფების ნაწილების შეფასება. პირველი შემთხვევა წააგავს ვერნიკრით, ხოლო მეორე—მაჩვენებლით ანათვლების აღებას.
4. ტემპერატურის გამო ბუშტულის სიგრძის დაგრძელება-დამოკლებით გამოწვეული სითხის ამპულის შიგა პირეულზე მიწებება სწრაფად ვლინდება კონტაქტის დარღვევით, რაც ელევაციური ხრახნით სწრაფადვე სწორდება მაშინ, როდესაც ჩვეულებრივ თარაზოზე მისი ბუშტულის სიგრძის ცვალებადობის გამოვლინება შეიძლება მისი ბოლოების შესაბამისი ანათვლების შექამებისა და განსაზღვრის შედეგად.

ასეთი თარაზოების დაყენების დიდი სიზუსტის გამო შეიძლება საჭირო არ იქნეს სიზუსტის გაზრდისათვის შიგაპირეულის გამოხვეწილობის დიდი რადიუსი. ცეისის ნიველირის თარაზოს 2-მილიმეტრიანი დანაყოფები რომი ჰქონდეს, მისი საფასური იქნება დაახლოებით 10".

ა ინსტრუქციის შემოწმება და გამოკვლევა

უცხის განხილად ნიველირი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობებს:

1. სფერული თარაზოს ღერძი პარალელური უნდა იყოს ნიველირის ბრუნვის ვერტიკალურ ღერძისა.

სფერული *U* თარაზოს (ნახ. 1) ბუშტულას ვაყენებთ ამწევი ხრახნების საშუალებით ამპულის ცენტრალური წრეხაზის შუაში. შემოვებრუნებთ 180°-ით ნიველირის ზემო ნაწილს ვერტიკალური ღერძის გარშემო, რის გამოც *U* თარაზო დაიკავებს ახალ, დიამეტრულად საწინააღმდეგო მდებარეობას. ამ დროს თუ ბუშტულა დარჩა წრეხაზის შუაში, პირობა შესრულებულია. წინააღმდეგ შემთხვევაში ბუშტულას მისი გადახრის ნახევარი მანძილით გადაეწეოთ ნულპუნქტისაკენ თარაზოს შემასწორებელი ხრახნებით, ე. ი. ვასწორებთ თარაზოს. შემოწმების მიზნით ბუშტულას გადავადგილებთ ელევაციური ხრახნით წრეხაზის შუაში და ვიმეორებთ შემოწმებას.

2. კოგარის ორივე ოპტიკური ღერძი შეთავსებული უნდა იყოს მის გეომეტრიულ ღერძთან.

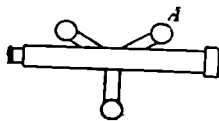
მოთხოვნილი პირობა შესრულებულია, თუ მომწესობაში მოყვანილი ნიველირით 50 მეტრ მანძილზე შევეუღალ დაყენებულ ლარტყაზე ორი (თარაზო მარცხნივ და თარაზო მარჯვნივ) ანათვლი იქნება ტოლი. დიტის მიერ შესრულებული გამოკვლევით დადგინდა, რომ განხილადი ნიველირის მთავარი (*A*) ობიექტივით (ნახ. 3) ლარტყისაკენ 50 მეტრ მანძილზე ანათვლები ყოველთვის გამოდიოდა ტოლი, ხოლო მეორე (*B*) ობიექტივით ლარტყისაკენ ანათვლები ურთიერთგანსხვავებულნი გამოდიოდა. ამ პირობის დაცვასთვის საწარმო უზრუნველყოფის, რადგანაც მტიცედ დამაგრებული ობიექტივები მათზე დატანილი ძაფთა ბადეებით რაიმე შესწორების საშუალებას არ იძლევა. ასეთი შესწორება საჭირო არ არის, რადგანაც ლარტყაზე ანათვლის აღების დროს კონტაქტს, ე. ი. თარაზოს ღერძს, ყოველთვის ჰორიზონტულად ვაყენებთ ელევაციური *N* (ნახ. 1) ხრახნით. ოპტიკური ღერძების გეომეტრიული ღერძიდან გადახრა იწვევს ნაწილობრივ უხერხულობას იმ მხრივ, რომ კონტაქტი ირღვევა გეომეტრიული ღერძის გარშემო კოგარის ბრუნვის დროს.

3. ცილინდრული თარაზოს ღერძი უნდა იყოს კოგარი ღერძის პარალელური.

როგორც ცნობილია, განხილადი ნიველირის კოგარს აქვს ოპტიკური ორი ღერძი, რომელთა შორის ზუსტი პარალელობა არ შეიძლება; მაშასადამე, მოთხოვნილი პირობა ფაქტობრივად არ სრულდება. მაგრამ მისი გავლენა ისპობა, როგორც ქვემოთ ვნახავთ, ორი ანათვლის საშუალოთი. მიუხედავად აღნიშნულისა, მაინც მივისწრაფით ეს შეცდომა იყოს მცირე, რისთვისაც ვასრულებთ გამოკვლევას. იგი სრულდება ორი ილეთით:

პირველი ილეთი მდგომარეობს იმაში, რომ თარაზოს ღერძზე გატარებული ვერტიკალური სიბრტყე დავაყენებთ კოგარის ღერძზე გატარებული ვერტიკალური სიბრტყის პარალელურად. ამისათვის კოგარს ვაყენებთ ორი დამყენებელი ხრახნის ვასწვრივ (ნახ. 13) და სფერული თარაზოს ბუშტულას ამწევი ხრახნებით ვაყენებთ ამპულის ცენტრალური წრეხაზის შუაში. შემდეგ

N (ნახ 1) ელევაციური ხრახნით ვახდენთ ცილინდრული თარაზოს ბოლოების კონტაქტს და ვიღებთ ანათვალს 50 მეტრ მანძილზე შევეულად დაყენებულ ლარტყაზე. შემდეგ ორიდან ერთ-ერთი დამყენებელ, ვთქვათ *A* (ნახ. 13),

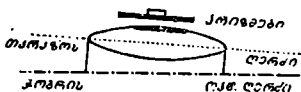


ნახ. 7.6.4.13.

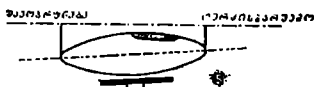
ხრახნს დაახლოებით ერთხელ სრულად ვაბრუნებთ, რის შედეგად ნიველირის ვერტიკალური ღერძი გადაისრება გვერდზე, აგრეთვე წან ან უკან. შემდეგ თარაზული მიკრომეტრული და ელევაციური ხრახნებით ჰოგრს ისევ ვუმიზნებთ ლარტყას ისე, რომ თარაზული ძაფით იგივე ანათვალი მივიღოთ. ამ დროს თუ კონტაქტი დაირღვა, თარაზოს ერთ-ერთ ბოლოს გადავწვეთ გვერ-

დითი შემასწორებელი ხრახნით მანამ, სანამ კონტაქტი არ აღდგება. აქ ვგულისხმობთ, რომ პრიგმები სწორად არის დაყენებული.

მეორე იღეთით მოითხოვება, რომ თარაზოს ღერძზე გატარებული პორიზონტული სიბრტყე იყოს პარალელური ჰოგრის ღერძზე გატარებული პორიზონტალური სიბრტყისა. აქაც ვგულისხმობთ, რომ პრიზმი სწორად



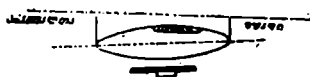
ნახ. 7.6.4.14.



ნახ. 7.6.4.15.



ნახ. 7.6.4.16.



ნახ. 7.6.4.17.



ნახ. 7.6.4.18.

არის დაყენებული ნიველირში და აგრეთვე მიმართების კუთხეებიც შესწორდა, მაგრამ თარაზოს ღერძის მიმართულება (დახრის კუთხე) არ ემთხვევა ჰოგრის დახრის კუთხეს, როცა ლარტყას ვუმიზნებთ, ვთქვათ, მთავარი *A* ობიექტივით. სფერული თარაზოთი ნიველირი მოგვყავს მომწესობაში და ჰოგრს ვუმიზნებთ 50 მეტრზე ვერტიკალურად დაყენებულ ლარტყას და ვამაგრებთ *L* მომჭერი ხრახნით. შემდეგ *N* ელევაციური ხრახნით ვახდენთ თარაზოს ბოლოების კონტაქტს და შუა ძაფით ვიღებთ ანათვალს ლარტყაზე. ამ დროს ღერძების მდებარეობა იქნება (14) ნახაზის შესაბამისი. შევებრუნებთ ჰოგრს 180°, ანუ თარაზოს გადავადგილებთ ჰოგრის მარცხნიდან მარჯვნივ. თუ ბუშტულის კონტაქტი დაირღვა (ნახ. 15), მას აღვადგენთ *N* ელევაციური ხრახნით. ამ დროს თარაზოს ღერძი დადგება პორიზონტულ-

ლად, ხოლო ჭოგარის ღერძი მისგან დაიხრება 2α კუთხით (ნახ. 16). ავიღებთ თარაზული ძაფით ანათვალს¹. მიღებული ორი ანათვლის საშუალოს შეესაბამება სამიზნე ღერძის თარაზოს ღერძისადმი პარალელურობა და ამ შემთხვევაში ის იქნება ჰორიზონტული. თუ ამ ანათვალზე დავაყენებთ თარაზულ ძაფს ელევაციური ხრახნით, კონტაქტი დაირღვევა (ნახ. 17). კონტაქტი უნდა აღვადგინოთ თარაზოს შემასწორებელი ვერტიკალური ხრახნით (ნახ. 18). ეს შემოწმება სრულდება რამდენიმე მიახლოებით.

4. პრიზმები ისე უნდა იყოს დაყენებული, რომ თარაზოს ბუშტულას ბოლოების კონტაქტი ხდებოდეს მაშინ, როცა მისი ღერძი ჰორიზონტულია. წინა შემოწმებით დავადგინეთ, რომ თარაზოს ორი მდებარეობის შესაბამის ლარტყაზე ანათვლების საშუალოს შეესაბამება თარაზოს ღერძის პარალელური მიმართება. აქედან გამომდინარეობს პრიზმების სწორად დაყენების შემოწმება:

დაეუშვათ, რომ პრიზმების სისტემა არ არის სწორად დაყენებული და მაშინ, როდესაც ბუშტულას კონტაქტია, თარაზოს ღერძი არ არის ჰორიზონტულად.

ლარტყაზე ანათვლები აღვნიშნოთ რომელი ციფრებით ჭოგარის ყოველნაირად გამოყენების შესაბამისად:

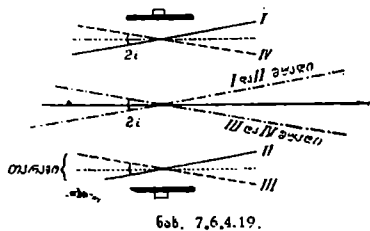
I (პრიზმები ზევით), როცა თარაზო ჭოგარის მარცხნივ არის	მარჯვნივ არის	ლატყისაკენ მიმართულია მთავარი (A) ობიექტივი
II (პრიზმები ქვევით)		
III (პრიზმები ზევით)	მარცხნივ არის	ლატყისაკენ მიმართულია მეორე (B) ობიექტივი
IV (პრიზმები ქვევით)	მარჯვნივ არის	

ლარტყაზე I და II ანათვალთა საშუალოთი, ისე როგორც ზემოთ, შეგვიძლია მივიღოთ თარაზოს ღერძის პარალელური ჭოგარის ოპტიკური ღერძი (ნახ. 19). შემდეგ გადავადგილებთ ოკულარს და ვიღებთ III და IV ანათვალს, რომელთა საშუალო გვაძლევს თარაზოს იმავე ღერძის პარალელურ მეორე ოპტიკურ ღერძს. (19) ნახაზიდან ჩანს, რომ თუ ჭოგარის შუა ძაფს ელევაციური ხრახნით დავაყენებთ ოთხივე (I და IV; II და III) ანათვლის საშუალო ანათვალზე, ჭოგარის ოპტიკური ღერძი დადგება ჰორიზონტულად, ხოლო თარაზოს ბოლოების კონტაქტი დაირღვევა, რომელიც უნდა აღსდგეს პრიზმების გადაყენებით, რაც ხდება საგანგებო ჭოგარისა და ხრახნების საშუალებით ჭოგარის ჩარჩოს გადაადგილების შედეგად.

როგორც ვხედავთ, ლარტყაზე ოთხი ანათვლის საშუალო იძლევა სამიზნე ღერძის ჰორიზონტულ მიმართებას და იგი თავისუფალია ყოველგვარი შეცდომებისაგან. უნდა ვიგულისხმოთ, რომ მაფოკუსირებელ C ლინზით სამიზნე ღერძის ცვალებადობის გავლენაც ორი ანათვლის საშუალოთი იქნება ზგულელებლსაყოფი.

¹ ნახაზების გამარტივებებს მიხინთ თარაზო იხაზება ჭოგარის ხან ზემოთ, ხან ქვემოთ ნაცვლად გვერდით დაიხვისა, რასაც გომგეტრიულად არაფიზიკური განსხვავება არა აქვს.

ამ შემოწმების შემდეგ უნდა შესრულდეს ისევ მესამე შემოწმება. საჭიროა აღინიშნოს შემდეგი: მიუხედავად იმისა, რომ თეორიულად ოთხი ანთვლის საშუალოთი ისპობა ანათვლებში ყოველგვარი შეცდომა, მაინც ინსტრუმენტის კონსტრუქციის გავლენით შეიძლება ადგილი ექნეს ϵ_i შეცდომას, რომლის i არგუმენტი წარმოადგენს იმის შედეგს, რომ ბუშტულას კონტაქტის დროს თარაზოს ღერძი არ არის პორიზონტული. მასხადაძე. I და II ან III და IV ანათვლებში ϵ_i შეცდომა ϵ_i . ეს კუთხე იგივეა, რაც კუთხე თარაზოს ღერძსა და მისი ბუშტულას ბოლოების შემერთებელ ქორდის შორის. პრაქტიკულად ϵ_i უდრის ოთხი ანთვლის საშუალოსა და ორი (I და II ან III და IV) ანათვლის საშუალოს შორის სხვაობისა და ინსტრუმენტიდან ლარტყამდე მანძილის ფარდობას. ზუსტი ნივთიერებების დადგენის



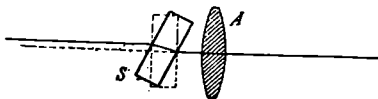
ლომის დროს მისი ოდენობას მარკებისა და ღერძის ითვალისწინებენ.

B. ტაისის ნიველირში ლარტყამ ანათვლების ზუსტად ასაღავი მოწყობილობა

ჩვეულებრივ, ნიველირებით (რომელთაც ჰოგარზე აქვთ მიმაგრებული თარაზო) შტრიხებიანი ლარტყების გამოყენების დროს ჰოგარს ხრიან და თარაზულ ძაფს შეუთავსებენ ლარტყის ახლო მცირე შტრიხს. ამ დროს ჰოგარის ოპტიკური ღერძის დახრის კუთხეს საზღვრავენ თარაზოს ამპულაზე ბუშტულის გადახრის (დანაყოფების რაოდენობის) ნამრავლით მის საფასურზე.

ტაისის ნიველირში დაყენებული პრიზმები ანალოგიურ საშუალებას არ იძლევა. ამიტომ მას ჰოგარზე უკეთდება საგანგებო მოწყობილობა, რისთვისაც

მთავარი A ობიექტივიდან სახურავი იხსნება და იმავე ადგილას ეცობა ქურო. ქუროს შიგ და A ობიექტივის წინ (ნახ. 20) მოწყობილია ბუდე 23 მილიმეტრის სისქის S მინით (ბრტყელი პარალელური ფირფიტა, იხილეთ



ნ. 1. თავი). აღნიშნული ბუდის მოძრაობა სათანადო ბერკეტებით (ნახ. 21) შეიძლება თარაზული ღერძის ირგვლივ ისე, რომ ბრტყელი პარალელური ფირფიტის წახნაგები შეიძლება დაყენებულ იქნას ჰოგარის სამიზნე ღერძისადმი როგორც მართობულად, ისე მისდამი გარკვეული კუთხით. ბერკეტების მოძრაობა ხდება დოლით, რომელსაც აქვს დანაყოფები (ნახ. 21). როდესაც S ფირფიტა მართობია ჰოგარის სამიზნე ღერძის მიმართ, მაშინ აღნიშნული სხივი მასში გაივლის გარდატეხის გარეშე. წინააღმდეგ შემთხვევაში იგი, როგორც ცნობილია, ორჯერ გარდატეხდება და გადაადგილდება გარკვეული მან-

ძილით პირველი მიმართების პარალელურად. (6. 1. 1. 10) ნახაზის შესაბამისი (6. 1. 1. 11) ფორმულის მიხედვით სხივის გადაადგილების ოდენობა

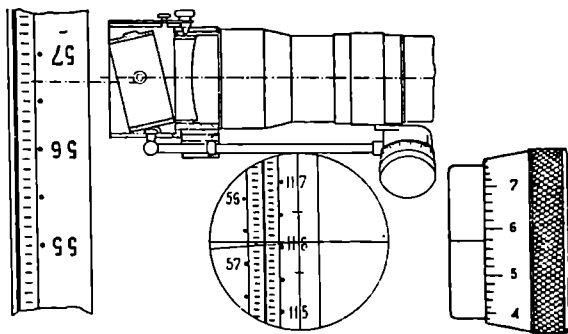
$$q = \frac{n-1}{n} d \operatorname{tg} \alpha, \quad (7.6.4.9)$$

სადა n — არის მინის გარდატეხის მაჩვენებელი;

d — ფირფიტის სისქე;

α — სამიზნე სხივის დაცემის კუთხე, მინუტებში.

როგორც ვხედავთ, q არ არის დამოკიდებული ლარტყამდე მანძილზე და იგი პროპორციულია დაცემის α კუთხისა, რაც, ცხადია, მართებულია მცირე ოდენობის შემთხვევაში. აღნიშნულ მოწყობილობაში ყოველივე გათვლილია ისე, რომ q არ გადასცილდეს 5 მმ (ანუ სანტიმეტრებიანი ლარტ-



ნახ. 7.6.4.21

ყების დანაყოფის ნახევარს). დოლზე არის 50 დანაყოფი, რომლის ერთ დანაყოფს შეესაბამება 5 მმ:50 = 0,1 მმ. მაშასადამე, თუ თვალით ავიღებთ ანათვალს დოლის დანაყოფის მეათედის ოდენობით, ანათვლის სიზუსტე ლარტყაზე მიიღება 0,01 მმ (ნახ. 21). ამავე დროს მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის, რომ ძაფით დამიზნების სიზუსტე ლარტყაზე იქნება მეტი, ე. ი. დოლით ათვლილი მილიმეტრის ნაწილები გამოდის ფიქტიური.

ბრტყელი პარალელური ფირფიტის გამოყენების სიზუსტე დამოკიდებულია მისი წახნაგების დამუშავების (გახეხვის) ხარისხზე. მაგალითად, 5მ პ. სისქის და 1,5 გარდატეხის მაჩვენებლის მქონე ფირფიტის 0,001 მმ არაზუსტად გახეხვის გამო 50 მეტრზე დაშორებულ ლარტყაზე ანათვალში შეცდომა აღწევს 0,5 მმ.

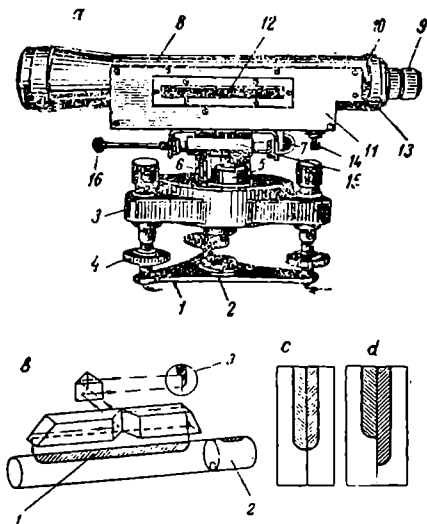
შტრიხებიან ლარტყაზე (რომლის ნიმუში მოცემულია (7. 6. 2) პარაგრაფში) ანათვლების აღება ხდება შემდეგი თანამიმდევრობით: 1. ნიველირი მოგვყავს მომწესობაში, მაშასადამე, თარაზოს კონტაქტი არ უნდა ირღვეოდეს; 2. დოლის ბრუნვით ვერტიკალურად დაყენებულ ლარტყის ბისექტორისადმი ახლო მცირე შტრიხს მოვაქცევთ ბისექტორის შუაში, რის შემდეგ ვიღებთ სრულ ანათვალს ლარტყაზე, დოლზე (მთელი, მეათედი და მეასედი მმ), რო-

მელთაჲ შეეკრიბავთ, დაჲამრგვალებთ. მაგალითად (ნახ. 2^ი), უშუალოდ ლარტყახზე ანათვალა 567, 000; დოღზე $0,5 + (0,037 \times 2) = 0,574$. მთელი ანათვალა იქნება 567,574 ნახევარი სანტიმეტრი, ანუ დამრგვალებით 283,79 სმ.

6. 5. ცილინდრულთარაზოიანი ნიველირება

ამ ჯგუფში განიხილება: ხ შ უ ლ ი ნ ი ვ ე ლ ი რ ე ბ ი — *HI* (ნახ. 1), *HB*—1 (ნახ. 2), *Ni* — 030 (ნახ. 3), *Ni*—*B1* (ნახ. 4), *H1* (ნახ. 5), *Ni*—004 (ნახ. 6), *Ni*—*A1* (ნახ. 7); გა და ს ა დ ე ბ ჰ ო გ რ ი ა ნ ი ნ ი ვ ე ლ ი რ ე ბ ი—შიმშახე მიმაგრებული ცილინდრული თარაზოთი (ნახ. 8), ჰოგრზე მიმაგრებული ცილინდრული თარაზოთი *III* (ნახ. 9) და *HT* (ნახ. 10). ნიველირების ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია (7. 6. 9. 1) ცხრილში.

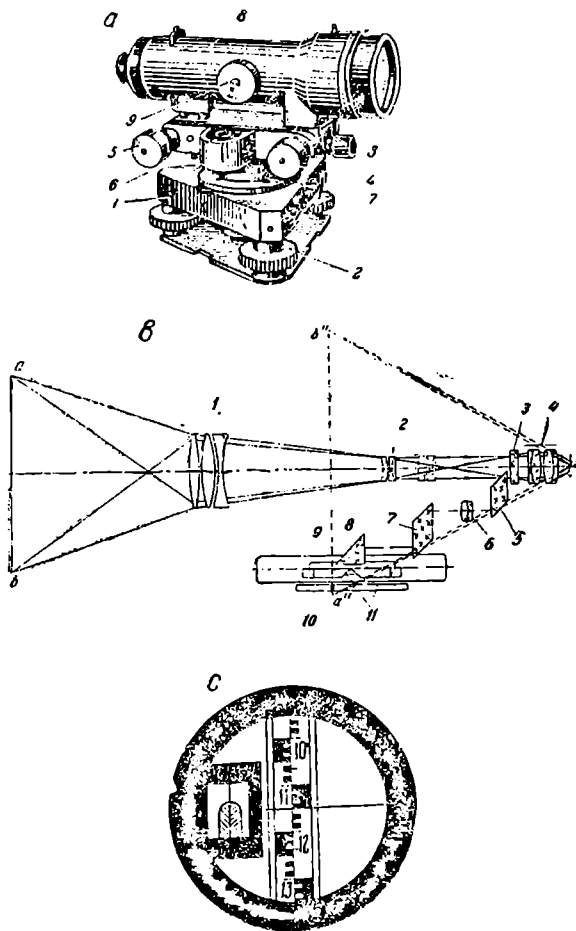
A. ხ შ უ ლ ი ნ ი ვ ე ლ ი რ ი *HI* (ნახ. 1). აღნიშნული ნიველირის სამიზნე ჰოგრი 8 კონტაქტური ცილინდრული თარაზოთი ხშულად არის მიმაგრებული ზედადგარზე 3.



ნახ. 7.6.5.1.

(1^ბ) ნახაზზე ნაჩვენებია ამჟღის ბუშტულა 1, კამერა 2 და ლუპის ზედელობის არე 3, სადაც კონტაქტი დარღვეულია. ბუშტულა ნათლდება თარაზოს კოლოფის 11 ქვემოთ გამოწვერთან მოწყობილი ილუმინატორით 15. ამჟღის ბუშტულის სიგრძის რეგულირება ხდება კამერით 2. მაგალითად, ბუშტულის სიგრძე იზრდება ჰოგრის დახრით ისე, რომ ობიექტივი იყოს ზევით (მცირეოდენი რხევით), ხოლო წინააღმდეგ შემთხვევაში ბუშტულის სიგრძე შემცირდება. (1^ა) ნახაზზე, გარდა ზემოაღნიშნული ნაწილებისა 1 არის ზამბარას ფირფიტა; 2—ხერხემალა ხრახნის თავის დასამაგრებელი ხერტი; 4—ამწევი

ხრახნები; 5—სფერული თარაზო; 6—ლერძის მილისი; 7—მიკრომეტრიული ხრახნი (დამტყეცი ხრახნი ნახაზის მეორე მხარეზეა); 9—ოკულარის მილაკი; 10—ძაფთა ბადის შემასწორებელი ხრახნების სახურავი; 12—თარაზოს კოლო-



ნახ. 7.6.5.2.

ფის სარკმელი; 14—თარაზოს შემასწორებელი ხრახნი; 16—ილუმინატორის საბრუნავი სახელური.

ბ. ხუთი ნიველირი HB-1^ა (ნახ. 2). განხილავი ნიველირი **HF**

ნიველირისაგან განსხვავებით ხასიათდება შემდეგი კონსტრუქციული თავისებურებებით:

1. სფერული თარაზო 6 ზედადგარის ნაცვლად მიმაგრებულია შიმშაზე, რომელიც ბრუნავს ნიველირის ღერძის გარშემო;

2. ძაფთა ბადეს არ აქვს შემასწორებელი ხრახნები;

3. კონტაქტური ცილინდრული თარაზოს ბუშტულის ბოლოების ნახევრების მდებარეობა პრიზმების სპეციალური სისტემით გადაცემა ჭოგრის წინდველობის არეში (ნახ. 2^ა);

4. ჭოგრის სამიზნე ღერძის ზუსტად თარაზულად დაყენებისათვის ბუშტულის ბოლოების ნახევრების კონტაქტი ხდება ელევაციური (ზესაწვეი) ხრახნით;

5. თარაზოს ამჟღავნებს არის კომპენსირებული, რის გამო ტემპერატურის ცვალებადობის შესაბამისად არ ხდება ბუშტულის სიგრძის ცვალებადობა. (2^ა) ნახაზზე 1 არის ზედადგარი; 2—ამწვევი ხრახნები; 3—დამტყეცი (დამამაგრებელი) ხრახნი; 4—სამიზნე (მიკრომეტრიული) ხრახნი; 5. ელევაციური (ზესაწვეი) ხრახნი; 7—სფერული თარაზოს შემასწორებელი ხრახნი; 8—სამზერი ჭოგარი; 9—კრემალიერი.

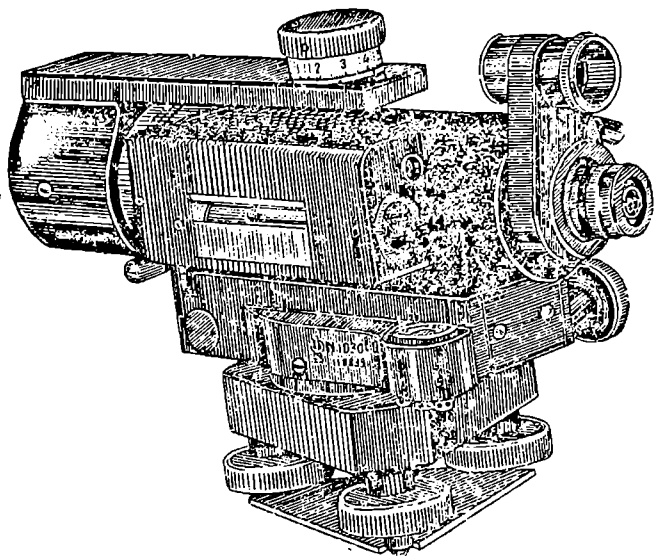
(2^ბ) ნახაზზე მოცემულია ჭოგარში სხივთა სვლა და ზოგიერთი ელემენტი, მაგალითად, 1 არის ობიექტივი; 2—მაფოკუსირებელი ლინზა; 3—ძაფთა ბადე; 4 ოკულარი, სარკით 10 არეკლილი სხივები ანათებს ბუშტულის ბოლოებს 9, შემდეგ პრიზმის 11, 8, 7 და 5 დახმარებით ობიექტივი 6 გვაძლევს ბუშტულის ნახევარბოლოების შეთავსებულ გამოსახულებას ძაფთა ბადის 3 სიბრტყეში. (2^ვ) ნახაზზე ნაჩვენებია ჭოგრის მხედველობის არე, რომელსაც შეესაბამება შვეულად დაყენებულ ლარტყაზე თარაზული შუა ძაფით ანათვლი 1150 მმ: ქვედასამანძილო ძაფით 0900 და ზედათი 1400.

С. ხ შ უ ლ ი ნ ი ვ ე ლ ი რ ი Ni—030 (ნახ. 3). აღნიშნულ ნიველირის ვერტიკალური ღერძი აქვს ცილინდრული; მომჭერი ხრახნი არის ბერკეტისებური, რომელიც ჭოგრის ობიექტივის ქვემოთ არის მოწყობილი, ხოლო მიკრომეტრული ხრახნია ჩვეულებრივი. ცილინდრული თარაზოს ბუშტულის ცენტრის ნულოვნქტზე დაყენება ხდება ელევაციური ხრახნით. ჭოგრის ოკულარის მარცხნივ არის ლუპა, საიდანაც ხდება დაკვირვება ცილინდრული თარაზოს ბუშტულის ბოლო ნახევრების კონტაქტისა. უძრავი შექვაპმნვევი ილუმინატორით ხდება აღნიშნული თარაზოს ბუშტულის განათება. ინსტრუმენტი, შიმშაზე აგრეთვე მოწყობილია სფერული თარაზო.

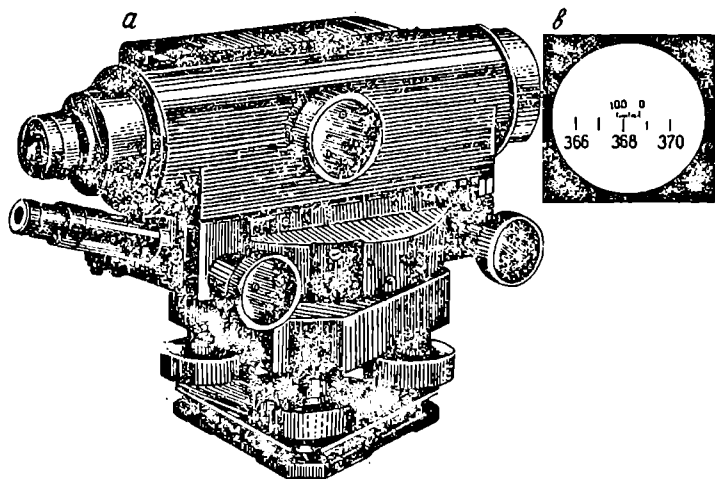
Ni—030 ნიველირი შზადდება თარაზული წრედის გარეშე (ნახ. 3) და მინის თარაზული წრედით (ნახ. 3¹). წრედით იზომება მშვიდი რელიეფის შემთხვევაში თარაზული მიმართულებები, რისთვისაც სამიზნე ჭოგრის ოკულარის ქვემოთ მოწყობილია სკალიანი მიკროსკოპი. სამიზნე ჭოგარს აქვს გაშუქებული ოპტიკა და შიგაფოკუსგაწყობიანია. განხილადი ნიველირის დამატებით მოწყობილობას წარმოადგენს ოპტიკური მიკრომეტრი, რომელიც საგანგებო პრეცისიულ ლარტყებთან ერთად მალად სიზუსტის ნიველობის საშუალებად ხდება იძლევა. ამ ნიველირისათვის კილომეტრ ნიველისავალზე 2 მილიმეტრი დასაშვები საშუალო კვადრატული შეცდომის ნაცვლად მიიღება 0,8 მმ.

აღნიშნული ოპტიკური მიკრომეტრის ძირითად დეტალს წარმოადგენს

ბრტყელი პარალელური ფირფიტა, რომლითაც დოლის 1 ბრუნვით შეიძლება თარაზული ღერძის მიმართ დაეხაროთ და გადავადგილოთ სამიზნე ღერძი ვერტიკალურ სიბრტყეში თავისი მდებარეობის პარალელურად ლარტყის უა-



ნახ. 7.6.5.2.



ნახ. 7.6.5.3'.

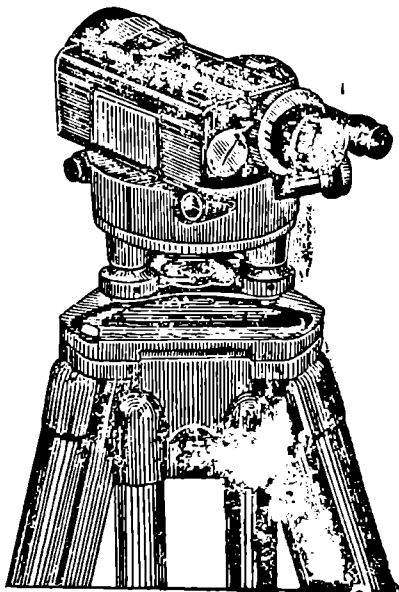
ხლოეს მცირე შტრიხამდე. დოლს აქვს 100 დანაყოფიანი სკალა, რომელსაც შეესაბამება ჭოგრის სამიზნე ღერძის 5 მმ გადაადგილება, მაშასადამე, დოლის სკალის ერთი დანაყოფის საფასური იქნება 0,05 მმ. დოლის სკალაზე ანათვლების აღება ხდება ლუპით, რომელიც დაყენებულია ჭოგრის ოკულარის ზემოთ.

D. მინის ლიმბიანი ხაზული ნიველირი Ni — B

(ნახ. 4). განხილად ნიველირის ვერტიკალური ღერძი აქვს ცილინდრული; მომპერი ხრახნი არა აქვს, მის როლს ასრულებს ფრიქციული (ხახუნის) შეერთება. ღერძის მცირედი ბრუნვა ხდება უსასრულო მიკრომეტრული ხრახნით.

მინის ჰორიზონტული ლიმბის ბრუნვა ხდება საგანგებო ხრახნით. ლიმბზე ანათვლები აიღება სკალიანი მიკროსკოპით, რომლის ოკულარი მდებარეობს სამიზნე ჭოგრის ოკულარის გვერდით.

ცილინდრული თარაზო მოთავსებულია ჭოგრის გარსაცმში, ბუშტულის ბოლოებზე დაკვირვება ხდება ლუპით, რომელიც დამაგრებულია სამიზნე ჭოგრის ოკულარის გვერდით. მისი ცენტრის ნულუპუნქტზე დაყენება ხდება ელევაციური (ზესაწვევი) ხრახნით, ხოლო განათება — ოლემინატორით. ინსტრუმენტის ღერძის ვერტიკალურად ტლანქად დაყენება ხდება სფერული თარაზოთი. ჭოგრი არის ანალატიური შიგაფოკუსთვაწყოების, რომლის ფოკუსთვაწობა ხდება რგოლით. ჭოგრის ტლანქად წინასწარი დამიზნება ხდება ნიშნისა და მთელანის საშუალებით.



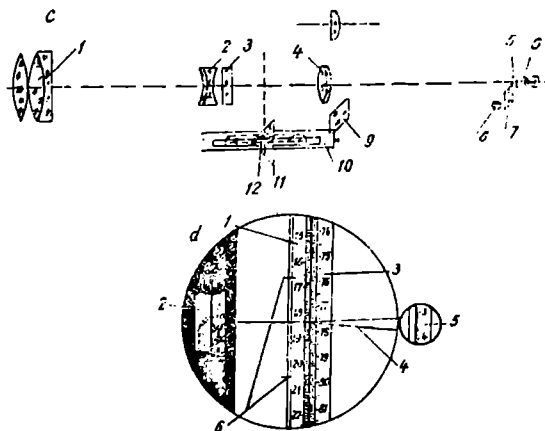
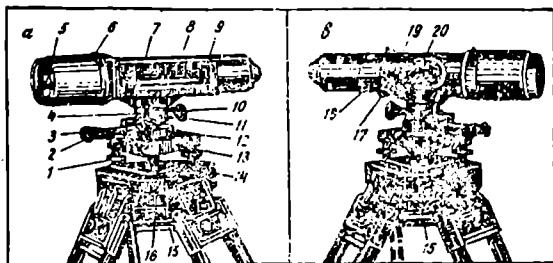
ნახ. 7.6.5.4.

E. მაღალი სიზუსტის ხაზული ნიველირი H1 (ნახ. 5).

ნახაზის მიხედვით: 5 არის სამიზნე ჭოგრი, რომელზეც გარსაცმით 7 მიმაგრებულია ცილინდრული თარაზო მისი გამანათებელი სარკით 9; 4 — საერთო-ბელი სამკაბი ცილინდრული ღერძით და ელევაციური ხრახნით .10, რომლებიც ჭოგრთან ერთად მიმაგრებული არიან ზედადგართან 13 ფიქსატორით (დამკერით) 12; 11— T ასოს მსგავსი თარაზო (სამი შემასწორებელი ხრახნით 16), რომლითაც ხდება ნიველირის ღერძის შევეულად ტლანქად დაყენება; 2—მომპერი, ხოლო 3—მიკრომეტრული ხრახნი; 1—ამწვევი ხრახნები; 6 და 8 — შესაბამისად მოვლანა და ნიშანი სამიზნე ჭოგრის ლარტყაზე ტლანქად დამი-

ზნებისათვის; 14—ფირფიტისებრი ზამბარაკი, რომელზეც ხდება ამწევი ხრახნების მიყრდნობა; 15—ხრახნის მილისი ხერხემალა ხრახნისათვის.

ლარტყიდან წამოსული სხივები გაივლის კოგრის ობიექტივის (ნახ. 5^ა) დადებით 1 და უარყოფით 2 კომპონენტს. ბრტყელ-პარალელურ ფირფიტა:



ნახ. 7.6.5.5.

3, ფოკუსთგაწყობის ლინზას 4 და იძლევა ლარტყის გამოსახულებას კოგრის ძაფთა ბადის სიბრტყეში 5, ხოლო ცილინდრული თარაზოს ბუშტულის ბოლოებიდან 10 წამოსული სხივები გაივლის საკონტაქტო პრიზმებს 11 და პრიზმის 9 საშუალებით ეცემა ობიექტივს 8, რომელიც პრიზმის 7 საშუალებით იძლევა კოგრის ძაფთა ბადის სიბრტყეში 5 ბუშტულის ბოლოების ნახევრების შეთავსებულ გამოსახულებას (ნახ. 5^ა). მაშასადამე, ლარტყის, ძაფთა ბადის ბისექტორისა და თარაზოს ბუშტულის გამოსახულება თანადროულად იხილება კოგრის ოკულარით 6 (ნახ. 5^ა).

ლარტყაზე თარაზული ძაფის პროექციისა და ლარტყის მცირე შტრის შორის მანძილის შეფასებისათვის საჭირო ბრტყელი პარალელური ფირფიტა

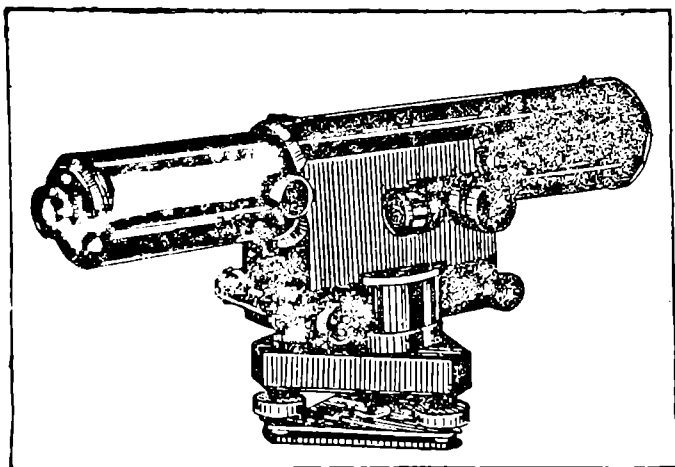
დამაგრებულია კოგრის ბუდეზე, რომელიც დოლით 20 დაკავშირებულია საბრუნავ მექანიზმთან (ნახ. 5^ა). დოლზე დაშტრისულია სკალა (ციბური) 110 დანაყოფით, რომლის 100 დანაყოფია ძირითადი (მუშა), ხოლო ხუთ-ხუთი დანაყოფი დამატებითაა. დოლზე ანათვლების აღება ხდება ინდექსით (მაჩვენებლით) ლუპის 19 საშუალებით, რომელიც კოგრის ბუდეზე მიმაგრებულია სპეციალური კრონშტეინით 18 (ნახ. 5^ბ). ანათვლის აღების მიზნით დოლის 20 ბრუნვის საშუალებით ლარტყის მცირე შტრიხი შეყავთ ძაფთა ბადის ბისექტორის არეში და მერე იღებენ ანათვალს დოლზე.

ნიველირის კომპლექტში შედის: სამშეტრიანი ორი ინვარული და ერთი 1,2 მეტრიანი ლარტყები ძირითადი და დამატებითი ნახევარსანტიმეტრიანი დანაყოფებით.

ნახევარსანტიმეტრიან დანაყოფს შეესაბამება დოლის სრული ბრუნვა. მაშასადამე, დოლის სკალის ერთი დანაყოფის საფასური იქნება $0,5 \text{ სმ} : 100 = 0,05 \text{ მმ}$.

(5^ა) ნახაზზე 1 არის სანიველო ლარტყის ძირითადი სკალა; 2—სკალისა და ბუშტულის ბოლოების კონტაქტის გამოსახულება; 3—სანიველო ლარტყის დამატებითი სკალა; 4—ბისექტორი; 5—ლუპის მხედველობის არე დოლზე ანათვლების ასაღებად; 6—სამანძილო ძაფები. ძირითად სკალაზე ანათვალა 18,4 ნახევარდეციმეტრი, ხოლო ლუპით დოლზე ანათვალა 3,76 ნახევარმილიმეტრი, ე. ი. სრული ანათვალა ძირითად ლარტყაზე იქნება 18,4376 ნახევარდეციმეტრი ანუ 921,88 მმ.

F. მაღალი სიზუსტის ხსული ნიველირი Ni—004 (ნახ. 6). აღნიშნულ ნიველირს ვერტიკალური ღერძი აქვს ცილინდრული.



ნახ. 7,6.5.6.

მისი მომჭერი ხრახნი ბერკეტისებურია, ხოლო მიკრომეტრიული ხრახნი ჩვეულებრივია. ძირითადი ცილინდრული თარაზოს ბუშტულის შუა წერტილის

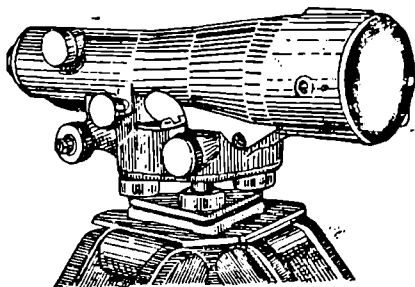
ნულუმენტზე დაყენება ხდება ელევაციური ხრახნით 6. ძირითადი ცილინდრული თარაზო ღრმად არის ნიველირის ტანში მოთავსებული, რომლის ბუშტულის ბოლოების ნახევრების შეთავსებული გამოსახულება სპეციალური ოპტიკური სისტემის საშუალებით იხილება კოგარის მხედველობის არეში. ინსტრუმენტის ღერძის ტლანქად ვერტიკალურად დაყენება ხდება ურთიერთმართობი ცილინდრული თარაზოთი.

სამიზნე კოგარი მასში ჩამაგრებული ცილინდრული თარაზოთი საიმედოდ არის დაცული ტემპერატურის მავნე გავლენისაგან. კოგარში აგრეთვე ჩამაგრებულია მიკრომეტრი ბრტყელი პარალელური ფირფიტებით, რომელთა დახრა ხდება სკალიანი დოლით. დოლზე ანათვლებს იღებენ ლუმით. ლარტყას დანაყოფებია 5 მმ, რომელთაც შეესაბამება მიკრომეტრის დოლის სრული ბრუნვა, ანუ დოლის 100 სამუშაო დანაყოფი. მაშასადამე, დოლის დანაყოფის საფასური იქნება 0,05 მმ. კოგარის ფოკუსთვაწყობა ხდება კრემალიერი. ლარტყაზე კოგარის ტლანქად დამიზნება ხდება ნიშნისა და მთელანის საშუალებით.

განხილადი ნიველირი გამოიყენება 1 კლასის ნიველობისათვის, ფუტშტოკების ნიველობისა და დედამიწის ქერქის დეფორმაციებზე დაკვირვებისათვის, როგორც საერთოდ მიწაზე და მიწაში მშენებლობის დროს, ისე სამთო გამონამუშევრებთან დაკავშირებით, მსხვილი მექანიზმების მონტაჟის დროს და სხვ.

6. მაღალი ხიზუსტის (პრეციზიული) ხეშული ნიველირი Ni—A1 (ნახ. 7). განხილად ნიველირის ვერტიკალური ღერძი

აქვს ცილინდრული. მომჭერი ხრახნი არა აქვს და ზედადგარის მილისთან ფრიკციულად (ხახუნით) არის დაკავშირებულს. მიკრომეტრული ხრახნი კი აქვს. ძირითადი ცილინდრული თარაზოს დაყენება ხდება ელევაციური ხრახნით. ყოველი ნიველირის თერმომეტრი დაცულია ტემპერატურის მავნე გავლენისაგან. ასევე კოგარშია მოთავსებული ბრტყელი პარალაქსური ფირფიტა, რომელიც ბრუნავს თავისი ღერძის გარშემო.



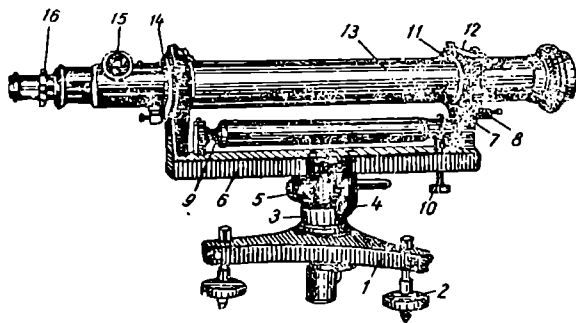
ნახ. 7.6.5.7.

ნიველირის ღერძის ტლანქად შვეულად დაყენება ხდება სფერული თარაზოთი, რომელიც იხილება სარკით. სამიზნე კოგარის ოკულარის მარცხნივ მოწყობილია ამთვლელი მიკროსკოპის ოკულარი, რომლითაც იხილება მიკრომეტრის დოლის სკალისა და ინდექსის გამოსახულება. მიკრომეტრის დოლის სკალა დაყოფილია 100 ნაწილად, რომელიც შეესაბამება ლარტყის 5 მმ, ე. ი. დოლის ერთი დანაყოფის საფასურია 0,05 მმ. სამიზნე კოგარის ფოკუსირება ხდება ხრახნით. კოგარს აქვს სამი ოკულარი 40×, 32× და 24× გამადიდებლობით. ამ ნიველირის გამოყენების არე ისეთივეა, როგორიც აქვს წინა ორ ნიველირს.

ზოგადი დასკვნა: ცილინდრულთარაზოიან ნმულ ტექნიკურ ნიველირებს აქვს თარაზული წრედი, ხოლო თარაზოიან ნმულ ზუსტ ნიველირებს აქვს ელევაციური ხრახნი და მაღალი სიზუსტის მიკრომეტრი ბრტყელი პარალელური ფირფიტებით. საერთოდ, უკანასკნელ ხანებში გამოშვებულ ნმულ ნიველირებს ცილინდრული თარაზოთი აქვთ ისეთი ოპტიკური ბლოკები, რომლებითაც კონტაქტური თარაზოების ბუშტულის ბოლოების გამოსახულებას იღებენ ჭოგრის მიხედვლობის არეში.

II. გადასადებე ჭოგრიანი ნიველირი შიმშაზე მიშაგრებული ცილინდრული თარაზოთი (ნახ. 8). განხილადი ნიველირი ფრანგული ტიპისაა და ცნობილია ეგოს სახელწოდებით. მისი ძირითადი დამახასიათებელი თვისება ის არის, რომ სამიზნე ჭოგრი და ცილინდრული თარაზო არ არის უშუალოდ ურთიერთდაკავშირებულია.

(8) ნახაზის მიხედვით 1 არის ზედადგარი; 2—ამწვევი ხრახნი; 3—მილისი; 4—მომპერი ხრახნი; 5—მიკრომეტრული ხრახნი; 6—შიმშა; 7—სადგარი გა-

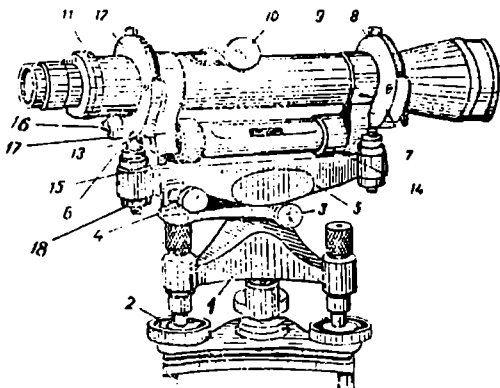


ნახ. 7.6.5.8

ნაქერით და ხრახნით; 8—საბრჯენი ხრახნი; 9—ცილინდრული თარაზო; 10—თარაზოს შემასწორებელი ხრახნი; 11—ბუდე; 12—შესაკრავი; 13—სამზერი ჭოგრი; 14—ჭოგრის პოპოკიკი; 15—კრემალიერი; 16—ძაფთა ბადის შემასწორებელი ხრახნები.

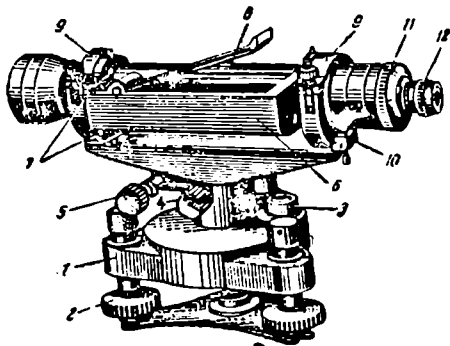
I. გადასადებე ჭოგრიანი ნიველირი ჭოგრზე დაკიდებულ ცილინდრული თარაზოთი HI¹ (ნახ. 9). განხილად ინსტრუმენტს უწოდებენ სამთო ნიველის. ამ ნიველის, ისევე როგორც სხვა ნიველირების, ზედადგარის 1 ვერტიკალური მოძრაობა ხდება ამწვევი ხრახნებით 2; ნიველის შიმშაზეც 5, ისევე როგორც წინა ნიველისაზე, ბოლოებში დამაგრებულია დგარები 6 ბუდეებით 7, რომლებშიც იდება ჭოგრი პოპოკიკებით 12; ზემოდან კი მაგრდება შესაკრავით 8, რომ ჭოგრი ბუდეებიდან არ გადმოვარდეს. როგორც ითქვა, ჭოგრზე საკიდებით 13 დაკიდებულია ცილინდრული თარაზო 14; საგანზე ჭოგრის ფოკუსთვაწყობა ხდება კრემალიერით 10; ჭოგრის ძაფთა ბადის შემასწორებელი ხრახნები დახურულია რგოლით 11; ნახაზზე 3 არის მომპერი, 4 კი მიკროხრახნი; 15—თარაზოს შემასწორებელი ვერტიკალური ხრახნი. უკანა მხარეზე ამ ნიველის აქვს თარაზოს შემასწორებელი თარაზული ხრახნიც (ნახაზზე არ ჩანს), 16 არის საბრჯენი ხრახნი, რომელზეც ებრჯინება ჭოგრის კორპუსზე მიღებული მანქვალა

(გამონაშვები) 17; 18— ქანჩი, რომლითაც ხდება დგარის სიგრძის შესწორება თარაზოს ღერძის ნიველირის ბრუნვის ღერძისადმი მართობულად დაყენების დროს.



ნახ. 7.6.5.9.

K. გადასადებკოგრიანი ნიველირი კოგრზე მიმაგრებული ცილინდრული თარაზოთი *HT* (ნახ. 10). ამ ნიველირს უწოდებენ ტექნიკურ ნიველირს. მისი კონსტრუქცია ისეთივეა, როგორც აქვს განხილულ *HI'* ნიველირს. მაგალითად, 1 არის ზედადგარი;



ნახ. 7.6.5.10.

2— ამწევი ხრახნები; 3—სფერული თარაზო; 4—მომკერი ხრახნი; 5—მიკრომეტრული ხრახნი; 6—ცილინდრული თარაზო; 7—თარაზოს ვერტიკალურად შემასწორებელი ხრახნი; 8—თარაზოს სახურავი სარკით; 9—შესაკრავი; 10—ხრახნი კოგრის დასაყენებლად თარაზული ძაფი, რომ კორიზონტულად დადგეს; 11—ძაფთა ბადის შემასწორებელი ხრახნების სახურავი; 12—ოკულარის მილაკი. კოგრი არის შიგაფოკუსთვააწყობიანი. ყველა ნიველირის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია (7. 6. 9. 1) ცხრილში.

7.6.6. ცილინდრულთარაზობიანი ნივთიერების ზოგადი გამოკვლევები

ნიველობის დაწყებამდე თეოდოლიტის ანალოგიურად საჭიროა ნიველირის ზოგადი დათვლიერება და ზოგიერთი გამოკვლევის შესრულება (იხ. 6. 8. 3. A). სპეციალური გამოკვლევები განხილულია 7. 6. 10 პარაგრაფში.

ნიველირებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ჭოგრისა და თარაზოს ან კომპენსატორის ხარისხს (განხილად პარაგრაფში კომპენსატორის არ ვანვიხილავთ). ამიტომ მოითხოვება:

1. კონტაქტური თარაზოს პრიზმები, რომლებიც იძლევიან ცილინდრული თარაზოს ბოლოების ნახეკრების გამოსახულებას, დაყენებული უნდა იქნეს სწორად.

ამ მიზნით საჭიროა თარაზოს ბუშტულას სიგრძე იყოს ნორმალური (25—30 მმ), რომელსაც ვაყენებთ ორი ამწევი ხრახნის გასწვრივ, და თარაზოს კოლოფის სარკმლიდან 12 (ნახ. 7.6.1.4) ბუშტულაზე დაკვირვებით აღნიშნული ამწევი ხრახნებით ბუშტულის ცენტრს შევეუთავსებთ ამპულის ნულ-პუნქტს; დაუყოვნებლივ ჩაებდავთ ლუბაში ან ჭოგრის ოკულარში და თუ ვეხილეთ ბუშტულების ბოლოების კონტაქტი და ამავე დროს იგი განლაგებულია მხედველობის არის შუაში, პირობა დაკმაყოფილებულად ჩაითვლება. წინააღმდეგ შემთხვევაში საჭიროა მავმართოთ სახელოსნოს, რათა პრიზმების განლაგება მოაწესრიგონ.

2. ჭოგრის ჰქონდეს ისეთი გამადიდებლობა, რომ მისი საშუალებით 100 მეტრამდე მანძილზე შეეუღლად დაყენებულ ლარტყაზე თავისუფლად ვიღებდეთ ანათვალს ± 1 , ხოლო 50 მეტრზე $\pm 0,5$ მილიმეტრამდე შეცდომის დაშვებით. აქ იგულისხმება, რომ სანიველრო ლარტყის დანაყოფის საფასურია 1 სმ. მასასადამე, ჭოგრის კრიტიკული კუთხე, ანუ ოპტიკური (გაყოფადობის) ძალა T , გამოითვლება დამოკიდებულებით:

$$T = \frac{1 \text{ მმ}}{100000 \text{ მმ}} \cdot \rho'' = \frac{1 \text{ მმ}}{100000 \text{ მმ}} \cdot 206265'' \approx 2''. \quad (7.6.6.1)$$

მეორე მხრივ, როგორც ცნობილია, ჭოგრის ოპტიკური ძალა ტოლია შეუიარაღებელი თვალის კრიტიკული ($\approx 50''$) კუთხისა და ჭოგრის G გამადიდებლობის ფარდობისა:

$$T = 2'' = \frac{60''}{G},$$

საიდანაც,

$$G = \frac{60''}{2''} = 30 \times. \quad (7.6.6.2)$$

როგორც ვხედავთ, ზემოაღნიშნული მოთხოვნის მიხედვით საჭიროა ნიველირის ჭოგრის ჰქონდეს $30 \times$ გამადიდებლობა. თანამედროვე მაღალი სიზუსტის ნიველირებში ჭოგრის გამადიდებლობა $45 \times$ აღწევს, რაც აღნიშნულ მანძილზე დაახლოებით $\pm 0,5$ მილიმეტრის შეცდომის დაშვების გარანტიას იძლევა.

საბჭოთა კავშირის (10528—63) სტანდარტით ტექნიკური ნიველირის ჭოგრის გამადიდებლობა მოითხოვება $20\times$. როგორც ვთქვით, ზუსტი და მაღალი სიზუსტის ნიველირებში ჭოგრების გამადიდებლობის ოდენობა აღწევს 45-მდე. ასე რომ, საჭიროა ყოველი ნიველირის ჭოგრის ფაქტობრივი გამადიდებლობისა და ცილინდრული თარაზოს საფასურის გამოკვლევა და მათა ურთიერთშესაბამისობის დადგენა.

სამიზნე ჭოგრის მახასიათებლების დადგენის გამოკვლევის შესახებ ცნობები მოცემულია 6.2.4, ხოლო თარაზოს საფასურის განსაზღვრის შესახებ—6. 4. 8 პარაგრაფებში. აქ განიხილება საკითხი ნიველირის ჭოგრის ოპტიკური ძალისა და ცილინდრული თარაზოს ურთიერთშესაბამისობის შესახებ.

3. ნიველირის ჭოგრის ოპტიკური ძალისა და ცილინდრული თარაზოს მგრძნობიარობის ურთიერთშესაბამისობის გამოკვლევა.

როგორც ცნობილია, ჭოგრის ოპტიკური ძალის, ანუ გაყოფადობის უნარის, საზომად ითვლება შეუიარაღებელი თვალის კრიტიკული კუთხისა და ჭოგრის გამადიდებლობის ფარდობა:

$$\frac{60''}{G} \quad (a)$$

ამავე დროს გამოკვლევებით დადგენილია, რომ შეუიარაღებელი თვალით თარაზოს სკალაზე (დანაყოფი 2 მმ) ბუშტულის გადაადგილების შეფასება ხდება მისი τ საფასურის მეთადი საშუალო კვადრატული შეცდომით. მაშასადამე, თარაზოს მგრძნობიარობის საზომი იქნება:

$$0,1\tau \quad (b)$$

ბუნებრივია მოთხოვნა, რომ ნიველირში (a) და (b) დამოკიდებულებები იყოს დაახლოებით ტოლი, ე. ი.

$$\frac{60''}{G} \approx 0,1\tau,$$

საიდანაც

$$G\tau \approx 600'' \quad (7.6.6.3)$$

ტექნიკური ნიველირის სამიზნე ჭოგრის $G=20\times$, მაშასადამე ტექნიკური ნიველირების ცილინდრულ თარაზოს უნდა ჰქონდეს დანაყოფის საფასური $\tau=600:20=30''$, რაც შეესაბამება ზემოაღნიშნულ თანამედროვე სტანდარტს.

გამოკვლევებით დადგენილია, რომ კონტაქტური (ოპტიკურპრიზმებიანი) თარაზოებით ბუშტულის ცენტრის ნულბუნქტზე დაყენება ნიველირებში 2—4-ჯერ მეტი სიზუსტით ხდება ჩვეულებრივ (უპრიზმებო) თარაზოებთან შედარებით. ამიტომ კონტაქტურთარაზოიანი ნიველირისათვის შეიძლება მივიღოთ დამოკიდებულება:

$$G\tau \approx 1200'' \quad (7.6.6.4)$$

მაშასადამე, ჭოგრის იმავე გამადიდებლობის შემთხვევაში კონტაქტურ თარაზოს შეიძლება ჰქონდეს ორჯერ მეტი ოდენობის საფასური.

არსებობს საყოფიერი პრაქტიკული ხერხი ნებისმიერ შემთხვევაში ჭოგრის ოპტიკური ძალისა და თარაზოს მგრძნობიარობის ურთიერთშესაბამისობის გამოსარკვევად. ამ ხერხით პირველ რიგში ვადგენთ ცილინდრული თარაზოს მგრძნობიარობას შეესაბამება თუ არა ჭოგრის ოპტიკური ძალა (გაყოფადობის უნარი). შემდეგ კი, პირიქით, ვადგენთ ჭოგრის ოპტიკურ ძალას შეესაბამება თუ არა თარაზოს მგრძნობიარობა.

ღერძის ირგვლივ ნიველირის ბრუნვით ცილინდრულ თარაზოს დაყავნებთ ზედადგრის ორი ამწევი ხრახნის მართობულად და მესამე ამწევი (ან ელევაციური) ხრახნით ბუშტულის ცენტრს ზუსტად შევეუთავსებთ თარაზოს ნულპუნქტს; ამავე დროს ავიღებთ ანათვალს ნიველირიდან 50—70 მეტრას მანძილზე ვერტიკალურად უძრავად დაყენებულ სანიველო ლარტყაზე. შემდეგ იმავე მესამე (ან ელევაციური) ხრახნით ბუშტულას გადავადგილებთ ნულპუნქტიდან და ზუსტად ვაბრუნებთ ნულპუნქტზე, ე. ი. უშუალოდ თარაზოზე ვნახავთ, რომ მისი ბუშტულა გადაიხარა და ისევ თავის პირველ მდებარეობას დაუბრუნდა. ბოლოს ავიღებთ ანათვალს ლარტყაზე. თუ ლარტყაზე აღებული პირველი და მეორე ანათვალი ტოლია, მოთხოვნილი პირველი პირობა შესრულებულად ჩაითვლება, ხოლო თუ ანათვლებს შორის სხვაობა 2 მილიმეტრზე მეტი გამოვიდა, ეს ნიშნავს, რომ თარაზოს ბუშტულას ჩვენს მიერ ხილულ ერთი და იმავე მდებარეობის დროს ჭოგრის აქვს სხვადასხვა მდებარეობა, ე. ი. ჭოგრის ოპტიკური ძალა მეტია თარაზოს მგრძნობიარობაზე, რაც იშვიათად ხდება.

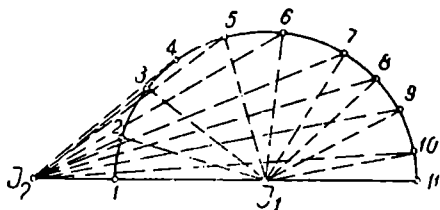
მეორე მოთხოვნას, ანუ ჭოგრის ოპტიკურ ძალას, შეესაბამება თუ არა თარაზოს მგრძნობიარობა, დგინდება სულ ჭოგრში ცქერით. ნულპუნქტზე ბუშტულის დაყენების შემდეგ ვიღებთ რა ანათვალს ლარტყაზე, ჭოგრის ოქულარს თვალს არ ვაშორებთ და მესამე ხრახნით გადავწევთ ჭოგრს და ისევ ლარტყის პირველ ანათვალზე ვაბრუნებთ. მოითხოვება, რომ ბუშტულა დაუბრუნდეს ისევ ნულპუნქტს, რითაც დადასტურდება თარაზოს მგრძნობიარობის შესაბამისობა ჭოგრის ოპტიკური ძალისადმი. თუ ბუშტულა ნულპუნქტიდან გადახრილი აღმოჩნდა, თარაზო ზედმეტად მგრძნობიარედ მიიჩნევა. ნულპუნქტიდან 1—2 დანაყოფით ბუშტულის ცენტრის გადახრა, ანუ ცოტა მგრძნობიარობა, აუმაჯობესებს ნიველირის ხარისხს, მაგრამ ცოტად მცირდება შრომისსაყოფიერება.

4. მანძილშომის კოეფიციენტებისა და ძაფების ასიმეტრიის გამოკვლევა. ეს გამოკვლევა საჭიროა ზუსტი და მაღალი სიზუსტის ნიველობის დროს ნიველირიდან უკანა და წინა ლარტყამდე მანძილების დასადგენად. კოეფიციენტებისა და ძაფების ასიმეტრიის გამოკვლევა იხილეთ 7.3 თავში და 7.6.10 პარაგრაფში.

5. ნიველირის ვერტიკალური ღერძი უნდა ბრუნავდეს თავისუფლად. წინააღმდეგ შემთხვევაში მას ამოიღებენ მილისიდან, გაწმენდენ ბენზინში დასველებული ჩვრით და შემდეგ მშრალი ჩვრით, დაფარავენ 5—6 წვეთი ზეთით და ისევ მოათავსებენ თავის ადგილას.

6. საგანზე ჭოგრის ფოკუსთგაწყობის დროს სამიზნე ღერძის ქცევის გამოკვლევა (აქ იგულისხმება, რომ წინასწარი გამოკვლევებით Δx ანუ სამიზნე ღერძსა და თარაზოს ღერძს შორის კუთხე არის ნულთან ახლოს).

საგანზე ჰოგარის ფოკუსთგაწყობის დროს სამიზნე ღერძის მდებარეობა მუდმივი უნდა იყოს. ამ მოთხოვნის გამოსაკვლევად შედარებით მშვიდი რელიეფის მქონე ადგილზე 40—50 მეტრის რადიუსის შესაბამის წრეხაზზე მტკი-



ნახ. 7.6.6.1.

ცედ ჩავასობთ პალოებს ურთიერთისაგან 5—10 მეტრის მანძილზე დაშორებით (ნახ. 1).

ნიველირის დაედგამთ I_1 წერტილზე და მომწესობაში მოვაყვანთ, ლარტყას კი შევეუღალ დაეყენებინებთ მელარტყეს თანამიმდევრობით 1, 2, 3, ... მე-11 წერტილებზე და პირველი წერტილის მიმართ ჰოგარის ზუსტად ფოკუსთგაწყობის შემდეგ ავაღებთ $a_1, a_2, a_3, \dots, a_{11}$ ანათვლებს ფოკუსირების გარეშე. გამოვითვლით 1-ლი წერტილის მიმართ დანარჩენი წერტილების აღმატებებს:

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= a_1 - a_2 \\ h_2 &= a_1 - a_3 \\ h_3 &= a_1 - a_4 \\ &\vdots \\ h_{10} &= a_1 - a_{11} \end{aligned} \right\} \quad (7.6.6.5)$$

ნიველირის გადაედგამთ I_2 წერტილზე, რომელიც საჭიროა დაახლოებით 5 მეტრამდე აყოს 1-ლი წერტილიდან დაშორებული (ნახევარი წრის გარეთ ან I_1 წერტილისაკენ) და მომწესობაში მოვიყვანთ. მელარტყეს იმავე თანამიმდევრობით ვაყენებინებთ ლარტყას წერტილებზე და იმის გამო, რომ ნიველარი სხვადასხვა მანძილზეა წერტილებიდან, საჭირო ფოკუსირების შემდეგ ვიღებთ $b_1, b_2, b_3, \dots, b_{11}$ ანათვლებს. გამოვითვლით 1-ლი წერტილის მიმართ დანარჩენი წერტილების აღმატებებს დამოკიდებულებებით:

$$\left. \begin{aligned} h'_1 &= b_1 - b_2 \\ h'_2 &= b_1 - b_3 \\ h'_3 &= b_1 - b_4 \\ &\vdots \\ h'_{10} &= b_1 - b_{11} \end{aligned} \right\} \quad (7.6.6.6)$$

(5) და (6) დამოკიდებულებებით გამოთვლილი შესაბამის აღმატებებს შორის დაცული უნდა იქნეს პირობა $h_i - h'_i \leq 2$ მმ. წინააღმდეგ შემთხვევაში საჭიროა მიემართოთ სახელოსნოს ნიველირის წესიერულ მდგომარეობაში მოსაყვანად იმ მხრავ, რომ ჰოგარის საგანზე ფოკუსირების დროს სამიზნე ღერ-

ძი აკმაყოფილებდეს მოთხოვნილ პირობას (ეს გამოკვლევა ინსტრუქციის [22] მიხედვით საგანგებოდ განხილულია 7.6.10 პარაგრაფში).

განხილული გამოკვლევა საჭიროა შესრულდეს სამ თვეში ერთჯერ, თუ არ წარმოიშვა რაიმე განსხვავებული მიზეზი.

7.6.7. ცილინდრულთარაზოიანი ნიველირების შემოწმება და შესწორება

ა. ცილინდრულთარაზოიანი ხშული ნიველირების შემოწმება და შესწორება

ა. ნიველირი *HP* (ნახ. 7.6.5.1):

1. ცილინდრული თარაზოს ღერძი უნდა იყოს მართობი ინსტრუმენტის ბრუნვის ღერძისა. ეს შემოწმება სრულდება ისე, როგორც ანალოგიური შემოწმება თეოდოლიტისა (იხ. 6.8.3. *A—c* მუხლის III შემოწმება). აქ მხოლოდ შემოწმების დაჩქარების მიზნით შეუსწორებელი სფერული თარაზოთი ტლანქად დაეყენებთ ნიველირს მომწესობაში, შემდეგ თარაზოს ბუშტულის ცენტრის ამპულის ნულპუნქტთან შეთავსებას ვახდენთ კონტაქტით; შესწორებას კი 14 შემასწორებელი ხრახნით, რაც გამოიხატება ბუშტულის ბოლოების ნახევრების ურთიერთდაშორების ნახევარ მანძილზე მათ დაახლოებაში. მოქმედებებს ვიმეორებთ მანამ, სანამ მოთხოვნილი პირობა არ შესრულდება.

ნიველირის ზუსტად მომწესობაში მოყვანა, ანუ ბრუნვის ღერძის შვეულად დაყენება, ხდება შესწორებული თარაზოს მესამე ამწევი ხრახნის გასწვრივ დაყენებით და მისი საშუალებით თარაზოს ბუშტულის ბოლოების ნახევრების კონტაქტით.

2. სფერული თარაზოს ღერძი უნდა იყოს პარალელური ინსტრუმენტის ბრუნვის ღერძისა. როგორც ცნობილია, სფერული თარაზო ცილინდრულ თარაზოსთან შედარებით ნაკლები მგრძობიარობისაა და ინსტრუმენტებზე აყენებენ წინასწარ მიახლოებით მათი ნიველირებისათვის. იგი შემოწმებულად ითვლება, თუ დავრწმუნდით იმაში, რომ ბუშტულა მის ამპულაზე დაკვეცილი წრეხაზის ცენტრშია, როცა ნიველირი მოყვანილია მომწესობაში ცილინდრული თარაზოს საშუალებით. მაშასადამე, ნიველირი უნდა მოვიყვანოთ მომწესობაში. ამ დროს სფერული თარაზოს ბუშტულის ცენტრი უნდა იყოს შეთავსებული ნულპუნქტთან. წინააღმდეგ შემთხვევაში ბუშტულის ცენტრის ნულპუნქტთან შეთავსება უნდა მოხდეს სფერული თარაზოს შემასწორებელი ხრახნებით.

ზოგი ინსტრუმენტის სფერულ თარაზოს არა აქვს შემასწორებელი ხრახნები იმ ვარაუდით, რომ ინსტრუმენტისადმი სფერული თარაზოს სწორად დაყენება გარანტირებულია ქარხნის მიერ. ამ შემთხვევაში, როცა განხილვია პირობა შესრულებული არ არის, ხრახნები, რომლებითაც თარაზო ნიველირის ზედადგარზეა მიმაგრებული, უნდა შევასუსტოთ და თარაზოს ბუდის ქვეშ დავუდგათ კალაფირი იმ ვარაუდით, რომ ხრახნების მოჭერის შემდეგ ბუშტულის ცენტრი შეუთავსდება თარაზოს ნულპუნქტს.

3. ძაფთა ბადის შუა თარაზული ძაფი უნდა იყოს ინსტრუმენტის ბრუნვის ღერძის მართობი, ხოლო

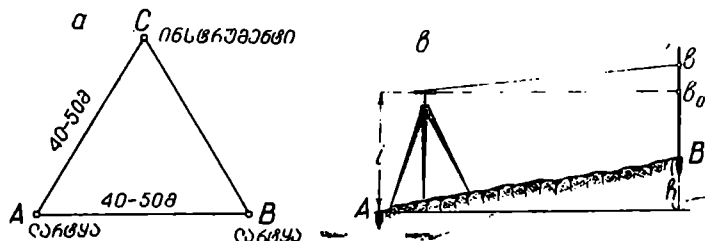
მეველი ძაფი პარალელური. ნიველირს მოვიყვანთ მომწესობაში და 40—60 მეტრის დაშორებით ვერტიკალურად უძრავად დაყენებულ ლარტყას დადუმონებით. ჰოვარს და ნიველირს დავაშარებთ მომპერი ხრახნით, შემდეგ მიკრომეტრული ხრახნით ზუსტად ვაყენებთ ჰოვარის სამიზნე ლერძს ისე, რომ ლარტყის გამოსახულება მოხედეს ჰოვარის ვერტელობის არის ერთ უკიდურეს მხარეზე და ავიღებთ ანათვალს. მიკრომეტრული ხრახნის ბრუნვით ლარტყის გამოსახულებას გადავიყვანთ მხედველობის არის მეორე (მოპირდაპირე) უკიდურეს მხარეზე და ავიღებთ ანათვალს. ორივე ანათვალი უნდა იყოს ერთნაირი. წინააღმდეგ შემთხვევაში მოვხსნით ძაფთა ბადის სახურავს 10, შევასუსტებთ ძაფთა ბადის რგოლის (დიაფრაგმის) ოქულარის მუხლზე მისამარებელ ხრახნებს და შევებრუნებთ რგოლს ისე, რომ მოთხოვნილი პირობა შესრულდეს. ბოლის მოუქვართ რა აღნიშნულ ხრახნებს, ისევე ვამარებთ სახურავს. იგივე შემოწმება შეიძლება შესრულდეს მარტივად. თუ საჭირო მანძილზე კედელი, მასზე აღვნიშნავთ ძაფთა ბადის გადაკვეთის წერტილს და ნიველირს დავაშარებთ მომპერი ხრახნით. შემდეგ მიკრომეტრული ხრახნით თარაზულად ვამოძარებთ ჰოვარს. თუ შუა ძაფი არ გადასცდა კედელზე აღნიშნულ წერტილს, პირობა შეუსრულებლად ითვლება. ასევე ეს პირობა შესრულებულად ითვლება, თუ მშვიდ ამინდში ხსენებულ მანძილზე დაკიდებულ ზვეულს უთავსდება მომწესობაში მოყვანილი ნიველირის ჰოვარის ძაფთა ბადის შვეული ძაფი (იხ. 6.8.3. პარაგრაფის IV მუხლი).

4. ჰოვარის სამიზნე ლერძი უნდა იყოს პარალელური ცილინდრული თარაზოს ლერძისა (მთავარი პირობა). ამის შემოწმება სრულდება ორმაგი ნიველობით წინ, ორმაგი ნიველობით შუიდან და წინ, ორმაგი ნიველობით ინსტრუმენტის სიმაღლის ვაზომვის გარეშე.

პირველი ხერხით, ანუ ორმაგი გეომეტრიული ნიველობით წინ. შემოწმება სრულდება ისე, როგორც თეოდოლიტში (იხ. 6.8.3. A—C მუხლის VIII შემოწმება), მხოლოდ მოითხოვება, რომ თეოდოლიტში თარაზოს ლერძი იყოს ჰოვარის სამიზნე ლერძის პარალელური და შესწორება ხდება თარაზოს შემასწორებელი ხრახნებით. აქ კი, პირიქით, თარაზოს ლერძს უნდა შევეუთავსოთ სამიზნე ლერძი, ე. ა. შესწორება უნდა მოხდეს ძაფთა ბადის შემასწორებელი ხრახნებით, რაც მოხდება სახურავის 10 მოხსნის შემდეგ ძაფთა ბადის რგოლის დამპერი გვერდითი ხრახნების შესუსტებით და ვერტიკალური შემასწორებელი ხრახნით რგოლის გადაწვეით. გარდა ამისა, ლარტყამდე მანძილს იღებენ არა 100—150 მეტრს, არამედ 50—60 მეტრს.

მეორე ხერხით, ანუ ორმაგი ნიველობით შუიდან და წინ, შემოწმებისათვის ადგაზე შეირჩევა 40—50 მეტრის ტოლგვერდა სამკუთხედი, რომლის წვეროებში მტკიცედ ჩაისმება ომბოხოები ან პალოები, რომელზედაც დაასობენ ლურსმანს. ასეთი წერტილები შეიძლება დიდ ნაგებობებზეც იქნეს შერჩეული. C წვეროზე მომწესობაში მოყვანილი ნიველირის ორი პორიზონტით განვსაზღვრავთ B წერტილის აღმატებას A წერტილის მიმართ ± 2 მმ შეცდომის დაშვების ფარგლებში (ნახ. 1^ა). ცხადია, ამ შემთხვევაში განსაზღვრული $\frac{1}{2}$ აღმატება თავისუფალი იქნება როგორც დედამიწის სიმრუდისა და რეფრაქციის შეცდომისაგან, ისე ინსტრუმენტული (კერძოდ, განხილადი) შეც-

დომისაგან. ვადავიტანთ ნიველირს, ვთქვათ, A წერტილში და დავეყენებთ ისე რომ ოკულარი და პალოზე ლურსმანი ერთ შეეულზე იყოს; ნიველირს მოვიყვანთ მომწესობაში და ლარტყით გავზომავთ ნიველირის i სიმაღლეს A პალოს ლურსმნის (ომბოხოს) თავიდან ჰოგარის ოკულარის ცენტრამდე (ნახ. 1 ბ) შემდეგ, ვიცით რა B წერტილის ზუსტი h აღმატება A წერტილის მიმართ.



ნახ. 7.6.7.1.

ვანგარიშობთ რას უნდა უდრიდეს b_0 ანათვალს B წერტილში შეეულად დაყენებულ ლარტყაზე დამოკიდებულებით:

$$b_0 = i - h. \quad (7.6.7.1)$$

ამის შემდეგ ვიღებთ b ანათვალს B წერტილში დაყენებულ ლარტყაზე. თუ ვაზომილ b და გამოთვლილ b_0 ანათვლებს შორის სხვაობა არ გადასცილდება ± 2 მმ, მოთხოვნილი პირობა ითვლება დაკმაყოფილებულად. წინააღმდეგ შემთხვევაში ცნობილი წესით ანუ ძაფთა ბადის დამკვერი გვერდითი ხრახნების შესუსტებისა და შემდეგ ვერტიკალური შემასწორებელი ხრახნით უნდა გადავაადგილოთ ძაფთა ბადე მანამ, სანამ შუათარაზული ძაფით არ მივიღებთ b_0 ანათვალს ლარტყაზე.

ნიველირში მთავარი შემოწმების შესრულება საჭიროა დღეში არა ნაკლებ ერთჯერ. ამიტომ სჯობს მტკიცედ გვექონდეს დაცული A და B წერტილების პალოები, რათა ცნობილი h აღმატებითა და მათი საშუალებით სისტემატურად შევასრულოთ შემოწმება, მხოლოდ წინ ნიველობის შესრულებით.

თუ ნიველირს დავეყენებთ ისე, რომ მომწესობაში მოყვანის შემდეგ ნიადაგის ზედაპირის სწორად დასმული პალო იყოს ოკულარის გეგმილიდან 2—3 სმ წინ დაშორებული, შეიძლება ზუსტად გავზომოთ ინსტრუმენტის სიმაღლე ლარტყის საშუალებით. ამისათვის ობიექტივს ჩამოვაცობთ ხუფს ან შავად შეღებულ კარტონს შუაში 2—3 მმ ხვრეტიტ. დამკვირვებელი, იცქირება რა ჰოგარში, მელარტყეს ამოძრავებინებს შუაში წვრილშტრიხიან ცელულოიდის თხელ გამკვირვალე ძვრეის მანამ, სანამ შტრიხი არ შეუთავსდება აღნიშნული ხვრეტის გეგმილის ცენტრს ლარტყაზე. შემდეგ დამკვირვებელი აშორებს ჰოგარს თვალს და იღებს შტრიხის შესაბამის ანათვალს ლარტყაზე.

მესამე ხერხით განხილადი შემოწმებისათვის 70—80 მეტრით ურთიერთდაშორებულ A და B პალოებზე შეეულად დაყენებულ ლარ-

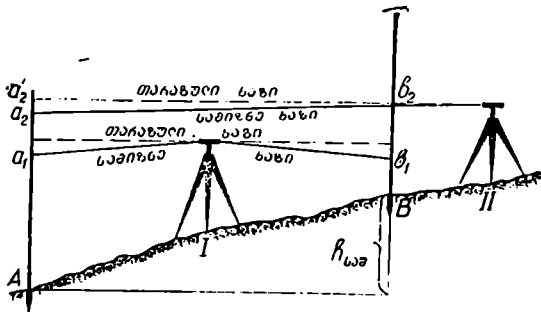
ტყეებზე ზუსტად ჰათ შორის გასწვრივ ზუსტად შეიდან მომწესობაში მოყვანილი ნიველირის კოგრიტი ავილებთ a_1 და b_1 ანათვალს და ესაზღვრავთ წერტილთა შორის h აღმატებას (ნახ. 2)

$$h = a_1 - b_1.$$

ამ აღმატებას ესაზღვრავთ რამდენიმე პორიზონტი და ვიკებთ მათ საშუალოს. შემდეგ I წერტილიდან გადაგვაქვს ნიველირი A და B წერტილებს გასწვრივ II წერტილში, რომელიც 3—5 მეტრით იქნება B წერტილიდან დაშორებული, და ნიველირის მომწესობაში მოყვანის შემდეგ ავილებთ მასზე b_2 ანათვალს, რომელსაც მივიღებთ ქე შემარიტს იდი დე დ. აგრეთვე ვიღებთ a_2 ანათვალს A წერტილზე დაყენებულ ლარტყაზე. b_2 ანათვლის საშუალებით განვსაზღვრავთ ინსტრუმენტის პორიზონტს ანუ A წერტილზე დაყენებულ ლარტყაზე ანათვლის თეორიულ მნიშვნელობას:

$$a_2' = h_{საშ} + b_2. \quad (7.6.7.1')$$

ექატობრივი ანათვალი კი იქნება a_2 . თუ $(a_2 - a_2')$ სხვაობა მეტი იქნება ± 2 მილიმეტრზე, კოგრის ძაფთა ბადეს გადაწვეთ a_2' ანათვალზე სათანადო



ნახ. 7.6.7.2.

შემასწორებელი ხრახნებით. როგორც ვხედავთ, აქ საჭირო არ არის ინსტრუმენტის i სიმაღლის გაზომვა.

ბ. HB — ნიველირი (ნახ. 7.6.5.2.):

7.6.5 პარაგრაფში მოყვანილი პირველი და მეოთხე თავისებურების გამო განხილადი HB-1 ნიველირის შემოწმება-შესწორების თანამიმდევრობა და არსი არსებითად განსხვავდება განხილული HI ნიველირის შემოწმება-შესწორებისაგან. სფერულ თარაზოს ნიველირის ღერძის გარშემო მბრუნავ შიმშაზე გადატანა და შემასწორებელი ხრახნი 7 საშუალებას იძლევა ავიცილოთ ნიველირის ძირითადი შემოწმება-შესწორებისათვის ძაფთა ბადის ოკულარის მუხლში საჭიროებისამებრ გადაადგილების არასასურველი ოპერაცია, რის გამო განხილადი კოგრის ძაფთა ბადეს შემასწორებელი ხრახნები არა აქვს. აღნიშნული თავისებურებების გამო პირველ რიგში ხდება სფერული თარაზოს შემოწმება-შესწორება, მერე ნიველირის ღერძისადმი ძაფების

პერპენდიკულარობისა და პარალელურობის შემოწმება-შესწორება და ბოლოს ცილინდრული თარაზოს ღერძის შეთავსება ჰოგრის სამიზნე ღერძისა დმი. ასე რომ, ჰოგრის ძაფთა ბადეს მხოლოდ ერთჯერ შეიძლება ხელი ვახლოთ, ისიც საჭიროებისამებრ მთელი რგოლის სამიზნე ჰოგრის ირგვლივ ბრუნვისათვის და არა ვერტიკალურად გადაადგილებისათვის. მაშასადამე, $HB - 1$ ნიველირში:

1. სფერული თარაზოს ღერძი უნდა იყოს პარალელური ნიველირის ბრუნვის ღერძისა. შემოწმება-შესწორება სრულდება ისე, როგორც HI ნიველირში ცილინდრული თარაზოს შემოწმება-შესწორება (პირველი შემოწმება). ამ შეთხვევაში სფერული თარაზოს ბუშტულის ნულპუნქტზე დაყენება ხდება ამწევი ხრახნებით და არა ელევაციური ხრახნით;

2. ძაფთა ბადის თარაზული ძაფები უნდა იყოს ინსტრუმენტის ბრუნვის ღერძის მართობი, ხოლო შვეული ძაფი — პარალელური. შემოწმება-შესწორება სრულდება ისე, როგორც HI ნიველირის მესამე შემოწმება-შესწორება;

შემდეგი მოთხოვნა ასე შეიძლება ჩამოყალიბდეს: ცილინდრული თარაზოს ღერძს სივრცეში უნდა ჰქონდეს იგივე მიმართულება (მიმართებისა და დახრის კუთხე), როგორც აქვს ჰოგრის სამიზნე ღერძს, ანუ აღნიშნული ღერძების პროექციები პორიზონტულ და ვერტიკალურ სიბრტყეებზე უნდა იყოს პარალელურები. ზემოხსენებული მოთხოვნა შემდეგი სახის მესამე და მეოთხე პირობად შეიძლება ჩამოყალიბდეს:

3. სფერული თარაზოს საშუალებით ნიველირის ღერძის შვეულად დაყენების დროს ცილინდრული თარაზოს ღერძზე გატარებული შვეული სიბრტყე პარალელური უნდა იყოს ჰოგრის სამიზნე ღერძზე გატარებული შვეული სიბრტყისა, ანუ თარაზოს ღერძის მიმართების კუთხე ტოლი უნდა იყოს ჰოგრის სამიზნე ღერძის მიმართების კუთხისა. აყენებენ ნიველირს ისე, რომ ჰოგრის მიმართებამ გაიაროს ერთ-ერთ ამწევე ხრახნზე. სფერული თარაზოთი ნიველირი მოჰყავთ მოწყობაში; აღნიშნული ან ელევაციური ხრახნის ბრუნვით ახდენენ ცილინდრული თარაზოს ბოლო ნახევრების კონტაქტს და იღებენ a ანათვალს დაახლოებით 75 მეტრზე შვეულად დაყენებულ ლარტყაზე; ჰოგრის ორივე გვერდით მდებარე ორი დამყენებელი ხრახნის სამ-სამი სრული ბრუნვით ნიველირს გადახრით მარცხნივ, ელევაციური ხრახნით მოვახდენთ ცილინდრული თარაზოს ბოლო ნახევრების კონტაქტს და ავიღებთ a_{25} ანათვალს ლარტყაზე; იმავე ამწევი ხრახნებით ინსტრუმენტს ვაყენებთ საწყის მდებარეობაში, ვახდენთ ბუშტულის ბოლოების კონტაქტს და ვრწმუნდებით, რომ ანათვალი ლარტყაზე არის ისევე a ; იმავე წესით, მხოლოდ მარჯვნივ ხრიან ნიველირს და ცილინდრული თარაზოს ბოლო ნახევრების კონტაქტის შემდეგ იღებენ a_{25} ანათვალს ლარტყაზე; საწყის მდებარეობაში ვიღებთ a ანათვალს. მარცხნივ და მარჯვნივ ნიველირის ტოლი კუთხეებით გადახრას ვადგენთ a_{25} და a_{25} ანათვალის საშუა-

ლოსთან a ანათვლის შედარებით, სადაც დატული უნდა იყოს პირობა

$$\frac{a_{a_2} + a_{a_1}}{2} - a \leq \pm 3 \text{ მმ}; \quad (7.6, 7.2)$$

ამავე დროს, თუ $a_{a_2} - a_{a_1} \leq \pm 8$ მმ და ნიველირის დახრის დროს ცილინდრული თარაზოს ბუშტულის ცენტრი იხრება ნულბუნქტიდან არა უმეტეს ერთი დანაყოფისა, ეს იმას ნიშნავს, რომ ნიველირის ამ მდგომარეობაში ყოფნის დროს კონტაქტი არ დარღვეულა ანუ ორივე მდგომარეობაში ბუშტულის ბოლოების ნახევრები კონტაქტშია ან გადაინახრა მხოლოდ ერთ მხარეზე (კონტაქტის დარღვევის სურათი უცვლელია), მოთხოვნილი პირობა შესრულებულია; წინააღმდეგ შემთხვევაში ცილინდრული თარაზოს გვერდითი შემასწორებელი ხრახნებით სამიზნე ლერძისაკენ უნდა გადავაადგილოთ ჭოგრის ოკულარისაკენ მდებარე თარაზოს ბოლო, როცა ($a_{a_2} - a_{a_1}$) სხვაობა დადებითია, ხოლო როცა ეს სხვაობა უარყოფითია, იგი ლერძს უნდა დაეაშოროს, რაც მოგვცემს სასურველ შედეგს ანუ დატული იქნება $a_{a_2} = a_{a_1} = a$ ტოლობა.

შენიშვნა: განხილული მოთხოვნა შეეხება იმ ნიველირებსაც, რომელთაც ელევაციური ხრახნი არა აქვთ, მაგრამ ამ მოთხოვნას არ ასრულებენ. რადგანაც ეს შეცდომა, თუ იგი დიდი არ არის (რასაც თანამედროვე ინსტრუმენტებში ხშირად უკვე აღწევენ), გეოდეტიკულ ინჟინერობის პრაქტიკაში არ არღვევს. მაშასადამე, უნდა მივიღოთ, რომ მოთხოვნილ პირობას საკმარისად აკმაყოფილებს ქარხნები ნიველირზე ცილინდრული თარაზოს დაყენების დროს.

4. ცილინდრული თარაზოს ლერძის დახრის კუთხე ტოლი უნდა იყოს სამიზნე ლერძის დახრის კუთხისა. შემოწმება ხდება ორმაგი გეომეტრიული ნიველობით. ორივე შემთხვევაში ზუსტად ისე ვიქცევით, როგორც თეოდოლიტის შემოწმების დროს (იხ. 6. 8. 3. $A-c$ მუხლის VIII შემოწმება). თუ შეცდომა გადასცილდა ± 2 მმ, ელევაციური (და არა ამწევი) ხრახნით ვაყენებთ ჭოგრის საჭირო ანათვალზე და დარღვეულ კონტაქტს აღვადგენთ ცილინდრული თარაზოს ვერტიკალური შემასწორებელი ხრახნის საშუალებით. ველზე მუშაობის დროს განხილადი ნიველირის ზემოთ მოყვანილი შემოწმებიდან ფაქტობრივად ასრულებენ მხოლოდ უკანასკნელს.

ე. ხეშული ნიველირის $H1$ (ნახ. 7. 6. 5. 5) და ანალოგიური ტიპის განხილული ხეშული ნიველირების შემოწმებები:

1. სფერული თარაზოს შემოწმება და შესწორება;
2. ძაფთა ბადის დაყენების შემოწმება და შესწორება;

შემოწმება იმისა, რომ ცილინდრული თარაზოს ლერძს სივრცეში ჰქონდეს იგივე მიმართულება (მიმართებისა და დახრის კუთხე), როგორც აქვს ჭოგრის სამიზნე ლერძს ანუ:

3. ცილინდრული თარაზოს ლერძზე გატარებული შვეული სიბრტყე უნდა იყოს პარალელური ჭოგრის სამიზნე ლერძზე გატარებული შვეული სიბრტყის. ანუ თარაზოს ლერძის მიმართების კუთხე უნდა იყოს სამიზნე ლერძის მიმართების კუთხის ტოლი;

4. ცილინდრული თარაზოს ლერძის დახრის კუთხე უნდა იყოს ტოლი სამიზნე ლერძის დახრის კუთხისა. სრულდება ზუსტად ისე, როგორც $HB-1$ ნიველირში.

ამ შემთხვევაში მეოთხე შემოწმების დასაშვები შეცდომის $\Delta\alpha = \pm 2$ მმ ხაზოვანი ოდენობის ნაცვლად მოითხოვება შესაბამისი $\Delta\alpha$ კუთხე (რასაც ხშირად i ასოთი აღნიშნავენ), ანუ კუთხე ვერტიკალურ სიბრტყეზე ცილინდრული თარაზოს ღერძისა და სამიზნე ჭოგრის ღერძის პროექციებს შორის (დახრის კუთხეთა სხვაობა) არ აღემატებოდეს $\pm 20''$. (6. 8. 3. 29) ან (7. 6. 6. 1) ნახაზებისა და (6. 8. 3. 28) ფორმულის მიხედვით:

$$\Delta\alpha = \frac{[(a_1 + a_2) - (i_1 + i_2)]\rho''}{2d} \quad (7.6.7.3)$$

სადაც a_1 და a_2 არის ლარტყებზე ანათვლები, მილიმეტრებში;

i_1 და i_2 — ინსტრუმენტის სიმაღლე ± 1 მმ შეცდომით გაზომილი, მილიმეტრებში;

d — პალოებს შორის მანძილი, მილიმეტრებში;

$\rho'' = 206265''$ — რადიანის კუთხური ოდენობა.

(3) ტოლობა შეესაბამება ერთ ილეთს. საჭიროა სამი ილეთის შესრულება. ილეთებს შორის დასაშვებია $4''$ -მდე განსხვავება. ბოლოს ანგარიშობენ მათ საშუალო არითმეტიკულს. როგორც აღვნიშნეთ, თუ $\Delta\alpha > 20''$, ელევაციური ხრახნით ჭოგრას დააყენებენ (6. 8. 3. 28') ფორმულის მიხედვით

$$a_2 = \left(\frac{\Delta\alpha}{\rho}\right)'' d \quad (7.6.7.4)$$

ანათვალზე, ხოლო დარღვეეულ კონტაქტს აღადგენენ ცილინდრული თარაზოს ვერტიკალური შემასწორებელი ხრახნით. კონტროლისათვის მოქმედებას იმეორებენ.

ს ქ ე მ ა 7.6.7.1

დამკვირვებელი ლეიბე ლ. ვ. 20 ივნისი, 1974 წ.

ილეთების №	პალოების №	ინსტრუმენტის სიმაღლე ლარტყის დაწყოფებში, i	ანათვლები ლარტყაზე ლარტყის დანაყოფებში, a	$(a_1 + a_2) - (i_1 + i_2)$ მმ	$\Delta\alpha''$
		მილიმეტრებში	მილიმეტრებში		
1	2	3	4	5	6
I	1	263,0 1315,0	325,7 1628,5	2684 - 2289 = -5	$\frac{-5 \cdot 206265''}{100000 \text{ მმ}} = -10'',3$
	2	274,8 1374,0	211,1 1055,5		
II	2	270,0 1350,0	210,0 1050,0	2693 - 2897 = -4	$\frac{-4 \cdot 206265''}{100000 \text{ მმ}} = -8'',3$
	1	269,4 1347,0	328,8 1643,0		
III	1	260,0 1300,0	320,0 1604,0	2654 - 2600 = -6	$\frac{-6 \cdot 206265''}{100000} = -12'',4$
	2	272,0 1360,0	210,0 1050,0		

მაგალითი 7.6.7.1. განისაზღვროს $\Delta\alpha$. პერის ტემპერატურა $t = 22^{\circ}\text{C}$. მანძილი ნიველირიდან ლარტყამდე $S = 50$ მ. ნიველირი $H1 \text{ № } 8972$.

$$\Delta\alpha_{\text{ნაპ}} = -\frac{10'',3 + 8'',3 + 12'',4}{3} = -10'',3. \text{ ამ შეცდომის შესამცირებლად ელე-}$$

ვაციური ხრახნით დაეუმზნებთ ძაფთა ბადის ბისექტორს (4) ტოლობით გამოთვლილ $a_2 - \left(-\frac{\Delta\alpha_{\text{ნაპ}}}{\rho''} \cdot S\right) = 1050,0 + \frac{10'',3 \cdot 50000 \text{ მმ}}{206265''} = 1050,0 + 2,4 \text{ მმ} = 1052,4 \text{ მმ} \approx 210,5$ ლარტყის დანაყოფს და თარაზოს ევრტიკალური შემასწორებელი ხრახნით მოვახდენთ ბუშტულის კონტაქტს.

B. ცილინდრულთარაზოიანი გადასადაპოვოიანი ნიველირების შემოწმება და შესწორება

ა შიმშაზე მიმაგრებული ცილინდრულთარაზოიანი, ანუ ეგოს ტიპის ნიველირის (ნახ. 7. 6. 5. 8).

1. ცილინდრული თარაზოს ღერძი უნდა იყოს მართობი ინსტრუმენტის ბრუნვის ღერძისა. ამის შემოწმება ხდება ისე, როგორც თეოდოლიტის ანალოგიური შემოწმება (იხ. 6. 8. 3. $A-c$ მუხლის III შემოწმება). შემდეგ კი ხდება ნიველირის მომწესობაში მოყვანა.

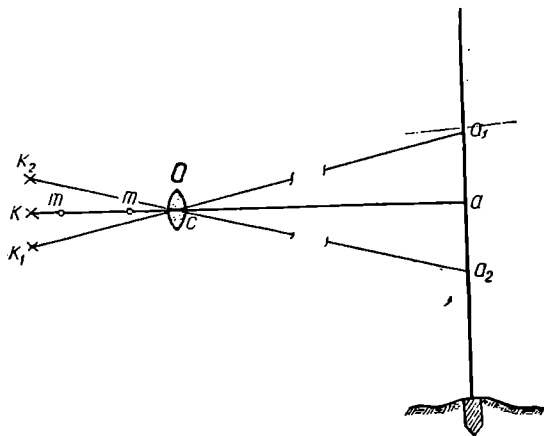
2. ინსტრუმენტის ბრუნვის ღერძისადმი ძაფთა ბადის შუა თარაზული ძაფის მართობულობისა და ევრტიკალური ძაფის პარალელურობის პირობის შემოწმება ხდება ისე, როგორც ხშულ ნიველირებში (იხ. $H1'$, შემოწმება მესამე), მხოლოდ ძაფთა ბადის სწორად დაყენებას ვახდენთ ბუდეებში ჰოჯრის მცირე ბრუნვით და საბრჯენ ხრახნზე (8) მანქალის მიბრჯენით.

3. ჰოჯრის სამიზნე KC ღერძი შეთავსებული უნდა იყოს გეომეტრიულ mn ღერძთან. ნიველირის მოვიყვანთ მომწესობაში და დაახლოებით 50 მეტრ მანძილზე ევრტიკალურად დაყენებულ სანიველო ლარტყაზე ავიღებთ a_1 ანათვალს. შევაბრუნებთ ჰოჯრს ბუდეებში თავისი გეომეტრიული mn ღერძის ირგვლივ 180° -ით და ისევ ავიღებთ a_2 ანათვალს. თუ $a_1 = a_2$, პირობა დაცულია, ხოლო როცა ადგილი აქვს $a_1 \neq a_2$ უტოლობას ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია (3) ნახაზზე, გამოვითვლით ანათვალთა a საშუალოს და ძაფთა ბადეს შემასწორებელი ხრახნებით 16 გადავადგილებთ ისე, რომ თარაზული ძაფით მივიღოთ a ანათვალი. შემოწმება უნდა გავიმეოროთ.

4. აუცილებელია, რომ ჰოჯრის პოპოკიკების ქვედა bd მსახველი პარალელური იყოს თარაზოს H_1H_2 ღერძისა, ხოლო სასურველია სამიზნე KC ღერძიც იყოს ამ უკანასკნელის პარალელური.

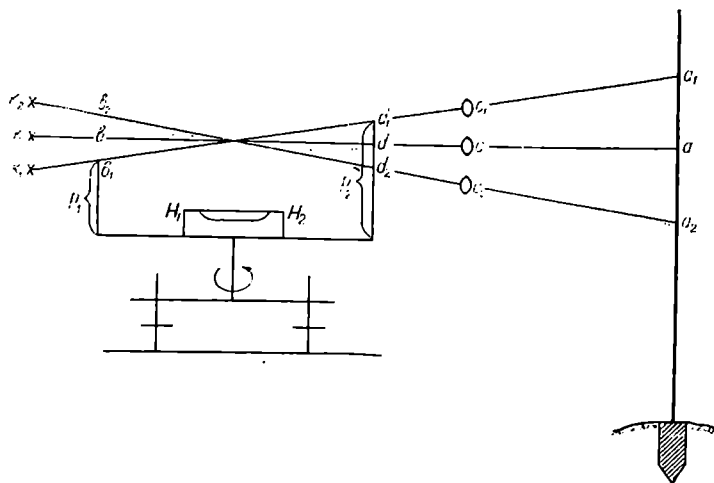
ამ პირობის თანახმად აუცილებელია, რომ P_1 და P_2 დგამთა სიგრძე იყოს ურთიერთოლი და სასურველია ჰოჯრის პოპოკიკების დიამეტრებიც ერთმანეთის ტოლი იყოს. აუცილებელი პირობის შემოწმების მიზნით, მომწე-

სობაში მოყვანილი ნიველის კოგრით დაახლოებით 50 მეტრ მანძილზე ვერტიკალურად დაყენებულ ლარტყაზე ავიღებთ a_1 ანათვალს. შემდეგ კოგრის ამოვიღებთ ბუდიდან 11. შევაბრუნებთ 180° შიმშას 6. კოგრის ისევ ჩავდებთ



ნახ. 7.6.7.3.

ბუდეში და ავიღებთ ლარტყაზე a_2 ანათვალს. მაშასადამე, P_1 და P_2 , დგამებს შევეუცვალეთ კოგრის მიმართ მდებარეობა. ცხადია, თუ $P_1 = P_2$, გვექ-



ნახ. 7.6.7.4.

ნება $a_1 = a_2$ ტოლობა, ე. ი. აუცილებელი პირობა დატული იქნება. (4) ნახაზზე ნაჩვენებია, რომ $P_1 \neq P_2$, მაშასადამე, კოგრის bc მსახველი თარაზოს

H_1H_2 ღერძის პარალელური არ არის, ამის გამო საკირო იქნება ერთ-ერთი ჰრილიანი დგამის 7 ხრახნით დაგრძელება ან დამოკლება მანამ, სანამ ლარტყაზე ჰოგრით არ მივიღებთ a_1 და a_2 ოდენობების საშუალო a ანათვალს.

განხილული პირობის მეორე ნაწილის შემოწმების მიზნით საკიროა:

5. შეეცამოწმოთ ჰოგრის პოკოკიკების დიამეტრები არის თუ არა ტოლი. ეს შემოწმება სრულდება ორმაგი გეომეტრიული ნიველობით (იხ. (1) ნახაზი). თუ მიღებული b ანათვალის განხედავება b_1 ანათვალისაგან, სასურველი პირობა დარღვეული იქნება, რის შესწორება სახელოსნოს შეუძლია. ისე კი ნიველირით მუშაობა შეიძლება, მხოლოდ შუიდან ნიველობის გზით.

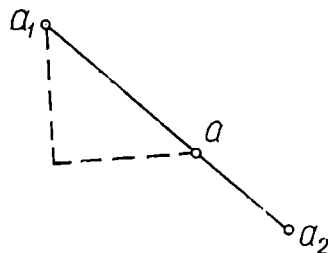
ბ. ჰოგრზე დაკიდებული და მიმაგრებული ცილინდრულთარაზოიანი, ანუ (ნახ. 7. 6. 5. 9) და HT (ნახ. 7. 6. 5. 10.) ნიველირებში მოითხოვება:

1. ჰოგრის სამიზნე ღერძი იყოს შეთავსებული გეომეტრიულ ღერძთან. ამის შემოწმება ორივე ნიველირში ისე სრულდება, როგორც განხილულ ეგოს ტიპის ნიველირში (იხ. მესამე შემოწმება). განხილადი შემოწმება ასედაც შეიძლება: ნაგებობის კედელზე დამხმარეს a_1 ასოთი აღვანიშნინებთ მისგან დაახლოებით 50 მეტრზე მომწესობაში მოწყვნილი ნიველირის ჰოგრის ძაფთა ბადის გადაკვეთის წერტილის პროექციას (ნახ. 5). შემოვებარუნებთ ჰოგრს ბუდეებში გეომეტრიული ღერძის ირგვლივ 180° და ისევე დავანიშნინებთ ხსენებულ კედელზე ძაფთა ბადის გადაკვეთის წერტილის a_2 პროექციას. ვინაიდან a_1 და a_2 ურთიერთს არ შეუთავსება, პირობა დარღვეულია. დამხმარე დანიშნავს კედელზე a_1, a_2 მონაკვეთის შუა a წერტილს, რომელსაც ძაფთა ბადის შემასწორებელი ხრახნების საშუალებით შევუთავსებთ ძაფთა ბადის გადაკვეთის წერტილის პროექციას.

ისევე, როგორც ხშულ $HB-1$

და $H1$ ნიველირებში, აქაც მოითხოვება, რომ ცილინდრული თარაზოს ღერძს სივრცეში ჰქონდეს იგივე მიმართულება (მიმართების და დახრის კუთხე), როგორც აქვს ჰოგრის პოკოკიკების ქვედა მსახველს. როგორც ცნობილია, ეს მოთხოვნა ორი (მეორე და მესამე) პირობით ხასიათდება, როგორცაა:

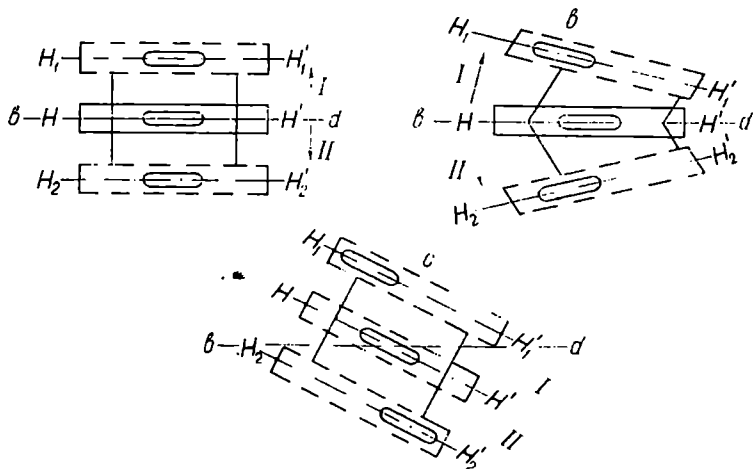
2. თარაზოს ღერძის მიმართების კუთხე ტოლი იყოს ჰოგრის პოკოკიკების ქვედა მსახველის (ანუ სამიზნე ღერძის) მიმართების კუთხის. ეს მოთხოვნა HT ნიველირში, რომელსაც აქვს ჰოგრზე მიმაგრებული თარაზო, ქარხნების მიერ უზრუნველყოფილია და ამიტომ მათ თარაზოს გვერდითი შემასწორებელი ხრახნი არ აქვთ. რაც შეეხება HII (ჰოგრზე დაკიდებული თარაზოთი ნახ. 9) ნიველირს, შემოწმებისათვის უნდა ამოიხრახნოს საბრჭენი ხრახნი 16.



ნახ. 7.6.7.5.

შვეულ ღერძს ვამაგრებთ მომპერი ხრახნით და ამწევი ხრახნებით ცილინ-დრული თარაზოს ბუშტულის ცენტრს შევეუთავებთ ამპულის ნულპუნქტს; ბუდეებში ვაბრუნებთ ჭოგრის გეომეტრიული ღერძის გარშემო ისე, რომ ნორ-მალური მდებარეობიდან ორივე მხარეს შებრუნდეს დაახლოებით 20—30°-ით. ამ დროს ჭოგრზე დაკიდებული თარაზო მიიღებს I და II მდებარეობას. თუ ორივე მდებარეობის დროს თარაზოს ბუშტულის ცენტრი არ გადაადგილდა ნულპუნქტიდან (ნახ. 6^ა). ეს ნიშნავს, რომ თარაზოს ღერძს სივრცეში აქვს ისეთივე მიმართულება, როგორც აქვს ჭოგრის პოჭოჭიკების ქვედა მსახველს, რაც იმას ნიშნავს, რომ დაკმაყოფილებულია ორივე პირობა და საკირო აღარ არის მესამე პირობის შესრულება—თარაზოს ღერძს ჰქონდეს ისეთივე დახრა, როგორც აქვს ჭოგრის პოჭოჭიკების ქვედა მსახველს.

თუ თარაზოს ბუშტულა ორივე მდებარეობაში გადაიხარა ნულპუნქტი-



ნახ. 7.6.7.6.

დან მხოლოდ ერთ მხარეზე (ნახ. 6^ბ), ეს ნიშნავს, რომ აღნიშნული ღერძის მიმართების კუთხეები ტოლებია, ე. ი. დაცულია მეორე პირობა, მხოლოდ დარღვეულია მესამე პირობა, რადგანაც თარაზოს საკიდები 13 ტოლი სიგრძის არ არიან. ბოლოს, თუ I და II მდებარეობის დროს ბუშტულა გადაადგილდა ნულპუნქტიდან სხვადასხვა მხარეზე (ნახ. 6^გ), მეორე (განხილადი) პირობა დარღვეულია, ე. ი. ღერძებს არა აქვს ერთნაირი მიმართების კუთხეები, ანუ არ მდებარეობს ერთ ვერტიკალურ სიბრტყეში, და თარაზოს გვერდითი ხრახნით უნდა მივალწიოთ იმას, რომ ორივე მდებარეობაში ადგილი ექნეს (6^ა) ან (6^ბ) ნახაზის შესაბამის სურათს (ეს შესწორება HB—1 ნიველირის მესამე შესწორებაა იხ. (7. 6. 7. 2) ფორმულა).

3. აუცილებელია თარაზოს ღერძს ჰქონდეს ისეთივე დახრა, როგორც აქვს ჭოგრის პოჭოჭიკების ქვედა მსახველს; სასურველია ასეთივე დახრა ჰქონდეს ჭოგრის საზინე ღერძსაც, ანუ პოჭოჭიკების ღიამეტრები იყოს ტოლი.

4. სფერული თარაზოს დერძი პარალელური უნდა იყოს ნიველირის ბრუნვის დერძისა. შემოწმება და შესწორება ხდება ისე, როგორც ხშულ HT ნიველირში (მეორე შემოწმება).

5. ძაფთა ბადის დაყენების შემოწმება და შესწორება ხდება ისე, როგორც HT ხშულ ნიველირში მესამე შემოწმება, მხოლოდ აქ ეგოს ტიპის ნიველირის მსგავსად ძაფთა ბადის სწორად დაყენებისათვის მცირედ ვაბრუნებთ კოვრს და მანქვალს 17 მივაბრუნებთ საბრჯენ ხრახნს 16.

6. სასურველია პოპოვიეების დიამეტრები იყოს ტოლი ანუ კოვრის სამიზნე დერძი იყოს პოპოვიეების ქვედა bd მსახველის პარალელური. ამის შემოწმება სრულდება ორმაგი ნიველობით (იხ. (1) და (2) ნახაზი). თუ მიღებული b ანათვლი ტოლი არ იქნება გამოთვლილი b_0 ანათვისა, პირობა დარღვეულია და ნიველობა უნდა ვაწარმოთ შუიდან. HT ნიველირში ამ მოთხოვნას ქარხანა უზრუნველყოფს.

7. ცილინდრული თარაზოს დერძი მართობი უნდა იყოს ნიველირის ბრუნვის დერძისა. ეს მოთხოვნა HT ნიველირში ქარხნის მიერ გარანტირებულია. HII ნიველირში კი ეს პირობა ნაწილობადაა ისე, როგორც ეგოს ტიპის ნიველირის მეოთხე შემოწმება. თუ P_1 და P_2 დგამები ერთმანეთის ტოლი არ აღმოჩნდა, ქანჩით (ნახ. 9) ვაგარძელებთ ან ვამოკლებთ ერთ-ერთ დგამს.

როგორც აღნიშნეთ, HT ნიველირში მეორე, მეექვსე და მეშვიდე პირობის გარანტიას იძლევა ქარხანა და ამიტომ მათ არ ვასრულებთ. ფაქტობრივად არის შემთხვევები, როცა აღნიშნული პირობები ირღვევა. ამიტომ ხშირად კოვრს ჩაამაგრებენ ბუდეებში და ასრულებენ ინსტრუმენტის შემოწმებებს როგორც ხშული ნიველირისას და ნიველობასაც ასრულებენ ისე, როგორც HT ნიველირით.

7. 6. 8. თვითმომწესობადი (ავტორეაღუქვიანი) ანუ კომპანსატორიანი ნიველირები

როგორც ცნობილია (იხ. 6. 5. 1 პარაგრაფი), თვითმომწესობადი ნიველირები ცილინდრულთარაზოიან ნიველირებთან შედარებით ხასიათდება შემდეგი უპირატესობით:

1. არ იხარკება დრო თარაზოს ბუშტულის ცენტრის ამჟღის ნულპუნქტზე დასაყენებლად ანუ ბუშტულის ბოლოების ნახევრების კონტაქტისათვის;
2. ნიველირით ლარტყაზე ანათვლების აღების დროს კონტაქტის შენარჩუნებისათვის სავალდებულო თვალყურის დევნება არ არის საჭირო;
3. არამდგრადნიადგიანი ნიველისავალზე ადვილია ნიველობის წარმოება.

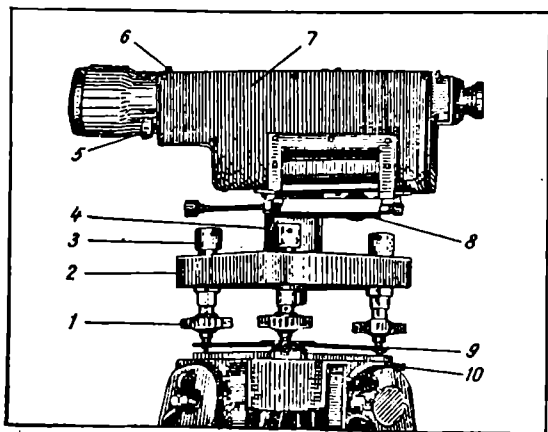
თანამედროვე თვითმომწესობადი ნიველირების ძირითად ელემენტს წარმოადგენს ოპტიკური კომპენსატორი, რომლის მოქმედების პრინციპი განხილულია 6. 5. 1. პარაგრაფში. მათი საშუალებით თარაზულად ავტომატურად დგება არა მთელი ინსტრუმენტი, არამედ კოვრის სამიზნე დერძი.

საბჭოთა კავშირში თვითმომწესობადი ნიველირები არის ორი ტიპის: თარაზოიანი და ლინზებიანი კომპენსატორებით.

1945 წელს საბჭოთა გამომგონებელმა ი. სტოლოლკევიჩმა პირველმა შექმნა თვითმომწესობადი *HTC*—46 ნიველირი თარაზოიანი კომპენსატორით, რომელიც შემდეგ გააუმჯობესა ლ. რომანოვმა და ცნობილია *HC*—2 და *HC*—3 ნიველირის სახით. ამჟამად ასეთი ტიპის ნიველირების გამოშვება შეწყვეტილია და მათ ნაცვლად ჩვენი ქარხნები სერიულად უშვებს ა. მეშჩერიაკოვის მიერ შექმნილ ნიველირებს ლინზებიანი კომპენსატორებით, რომელთა სახელწოდებაა *HCM*—2A.

А. თვითმომწესობადი ნიველირი *HTC*—46 (ნახ. 1) და *HC*—2

განხილადი ნიველირი წააგავს ხშულ *HI'* ნიველირს. (1) ნახაზზე 1 არის ამწევი ხრახნები; 2—ზედადგარი; 3—ქანჩი ამწევი ხრახნის რეგულირებისათვის; 4—ნიველირის ბრუნვის ღერძის მილისი; 5—ხრახნი თარაზოს ბუშტულას ბოლოების ნახევრების მდებარეობის გადამკეში ოპტიკური სისტემის პენტაპრიზმის (ხუთწახნაგა პრიზმის) რეგულირებისათვის; 6—სამიზნე ჯოგ-



ნახ. 7.6.8.1.

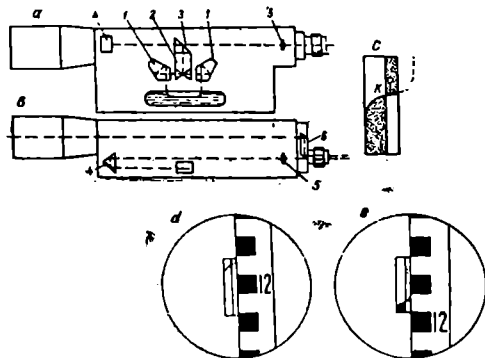
რის ობიექტივის ლინზის მომპერი ხრახნი; 7—სამიზნე ჯოგარის კორპუსი მასზედ მიმაგრებული კოლოფით, რომელშიც მოწყობილია ცილინდრული თარაზო პრიზმის ოპტიკური სისტემით—თარაზოიანი კომპენსატორი; 8—ილუმინატორი; 9—ზამპარა-ფირფიტა, რომელიც იჭერს ამწევი ხრახნებს; 10—შტატივის სადგარი; მილისის 4 ზემოთ (სურათზე არ ჩანს) დამაგრებულია სფერული თარაზო ნიველირის მომწესობაში მოსაყვანად.

ამ ნიველირის თავისებურებაა განსაკუთრებული ოპტიკური მოწყობილობა ცილინდრული თარაზოს ბუშტულაზე დაკვირვებისათვის. თვით ცილინდრული თარაზოს ამპულის შიგა მუშა გრძივი პირეულის სიმრუდის რადიუსი დაახლოებით ტოლია სამიზნე ჯოგარის ობიექტივის მთავარი საფოკუსო მან-

ძილისა. თუ ამ მანძილზე ლარტყის გამოსახულებასთან ერთად შევძლებთ მივიღოთ ცილინდრული თარაზოს ბუშტულის ნახევრების მდებარეობის გამოსახულებაც, მაშინ ჭოგრის დახრის დროსაც როგორც ლარტყის, ისე ბუშტულის გამოსახულება გადაიხრება ტოლი მანძილით, ე. ი. სურათი არ დაირღვევა. აქ შეიძლება ბუშტულის ბოლო ნახევრების კონტაქტის ხაზი გამოვიყენოთ ლარტყაზე ანათვლების ასაღებ ინდექსად. მაშასადამე, ჭოგრის სამიზნე ლერძი იქნება ამ ინდექსისა და ობიექტივის ცენტრის შემაერთებელი წრფე.

ზემოაღნიშნული თავისებურების გეომეტრიულ ინტერპრეტაციას წარმოადგენს ჭოგრის კორპუსში ამ მოწყობილობის გეგმა (ნახ. 2^ა), ვერტიკალური კრილი (ნახ. 2^ბ) და ჭოგრის მხედველობის არე (ნახ. 2^გ).

მარცხენა და მარჯვენა მოძრავი პენტაპრიზმები 1 ბუშტულის ბოლოებიდან წარმოგზავნილ სხივებს წარმართავს პრიზმისაკენ 2, მათ პრიზმა 3 აბრუნებს ჭოგრის გასწვრივ. ჩვეულებრივი კონტაქტური თარაზოს ოპტიკური სისტემისაგან განხილადი სისტემა განსხვავდება იმით, რომ პრიზმის 2 გამო ბუშტულის ბოლოების ნახევრების გამოსახულებები განლაგებულია კონტაქტის *K* წერტილის სხვადასხვა მხარეზე (ნახ. 2^{ა, ბ}). ეს გამოსახულება შემაბრუნებელი პრიზმით 4 (ნახ. 2^ბ) წარიგზავნება სფერული შემკრები პრიზ-



ნახ. 7.6.8.2.

მისაკენ 5, რომელიც ბუშტულის ბოლოების გამოსახულებას იძლევა ჭოგრის ობიექტივის უკანა მთავარ ფოკუსში. ამიტომ ჭოგრის ოკულარი გადაადგილებულია მისი გეომეტრიული ლერძის ქვემოთ (ნახ. 2^ბ). ამან კი გამოიწვია პარალელოგრამის კვეთილობის პრიზმის 6 დაყენების საჭიროება, რომელიც ობიექტივიდან წარმოგზავნილ ლარტყის გამოსახულებას გადასცემს ბუშტულის ბოლოების გამოსახულების ადგილს (მთავარ ფოკუსში). მაშასადამე, ჭოგრეში თანადროულად იხილება როგორც თარაზოს ბუშტულის, ისე ლარტყის გამოსახულება (ნახ. 2^{ა, ბ}).

ლარტყაზე ანათვლები აიღება იმ ინდექსით, რომელიც წარმოიქმნება ბუშტულის ბოლოების კონტაქტის *K* წერტილში (ნახ. 2^{ა, ბ}). ჭოგრის ელემენ-

ტები ისეა გაანგარიშებული, რომ თარაზული მიმართულებიდან ჰოგრის 1',5 ზემოთ და ქვემოთ გადახრის დროს ლარტყაზე ანათვლები არ იცვლება, მაგალითად, (2^ა) და (2^ბ) ნახაზის მიხედვით აწეული და დაწეული ობიექტივის შესაბამისად არის 1193. აგრეთვე აღსანიშნავია ის, რომ პრიზმის 6 წიბო სიგრძეზე სკრის ბუშტულის ერთ-ერთი ბოლოს გამოსახულებას (ნახაზის მიხედვით მარჯვენა ბოლოს) ისე, რომ მიღებულმა წიბომ შესცვალოს ჰოგრის ძაფთა ბადის ვერტიკალური ძაფი. ასე რომ, ჰოგრში ძაფთა ბადის ადგილას გვექნება მხოლოდ სამანძილო ორი ძაფი.

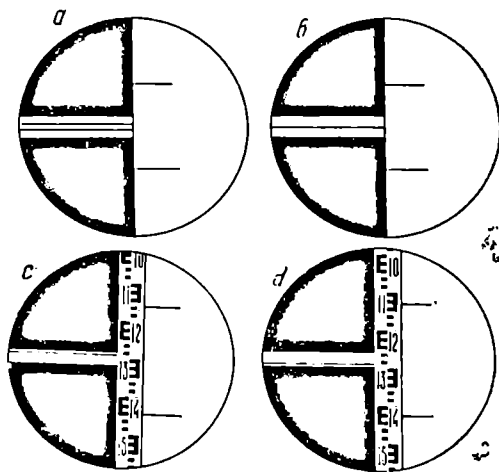
განხილავი ნიველირის თეორიის მიხედვით იგულისხმება, რომ სფერულ თარაზოს საშუალებით ცილინდრული თარაზოს, როგორც კომპენსატორის, ელემენტის ბოლოების ნახევრების კონტაქტი *K* წერტილში უნდა მოხდეს ზუსტად. მაგრამ ტემპერატურის გამო ბუშტულის სიგრძე ცვალებადობს, რაც იწვევს კონტაქტის დარღვევას. ამის გამო ხრახნით 5 (ნახ. 1) ხდება პენტაპრიზმების რეგულირება (დაახლოება-დამორება) კონტაქტის აღდგენამდე.

ნიველირის შემოწმება და შესწორება სრულდება ხმული *HI'* ნიველირის ანალოგიურად, მხოლოდ აქ კონტაქტის ინდექსი და პრიზმის წიბო სცვლის თარაზულ და ვერტიკალურ ძაფს. აგრეთვე შემოწმება — სამიზნე დერძი არის თუ არა სინამდვილეში თარაზული — ხდება ორმაგი გეომეტრიული ნიველობით. დეფექტი სწორდება ხრახნის 6 მოშვების შემდეგ (ნახ. 1) ბუდეში ობიექტივის ბრუნვით და ხრახნით ისევ დამაგრებით. ამ შესწორების მიზნით ობიექტივი თავის ბუდეში ჩამაგრებულია ცოტა ექსცენტრულად.

დადგენილ იქნა *HTC* — 46 ნიველირის შემდეგი ნაკლი: 1. ბუშტულის ბოლოების კონტაქტის შესაბამისი ინდექსი მცირე ზომისა და მრუდნაზოვანი ფორმისაა, რის გამო ინდექსით ლარტყაზე ანათვლის ალება იწვევს დამკვირვებლის მხედველობის დიდ დაძაბულობას; 2. ამ ნიველირის თარაზო კამერია-ნია, რაც იწვევს ბუშტულის სიგრძის ხშირ შესწორებას და პენტაპრიზმების რეგულირებას; 3. ობიექტივი ბუდეში ექსცენტრულად არის ჩამაგრებული და საჭიროებისამებრ მისი მიკრო ბრუნვით ირღვევა ოპტიკური სისტემის მუშაობა და მცირდება ლარტყის გამოსახულების ხარისხი.

ზემოაღნიშნული ყველა ნაკლი გამოსწორებულ იქნა ლ. რომანოვის მიერ *HC* — 2 ნიველირში. ინდექსის ზომის გაზრდისა და წრფიული ფორმის მიცემისათვის სფერული შექცევები პრიზმა 5 (ნახ. 2^ა) შეცვლილია ცილინდრული შექცევები პრიზმით. ამ ღონისძიებით ბუშტულის მოპირდაპირე ბოლოების გამოსახულებების ერთმანეთზე შეთავსების შედეგად მიიღება გრძელი ინდექსი, რომელიც წააგავს თარაზულ ძაფს, რომლითაც ადვილად აიღება ანათვლები სანიველო ლარტყაზე (ნახ. 3^ა). კამერიანი ცილინდრული თარაზო შეცვლილია კომპენსირებულ თარაზოთი, რის გამო სადგურზე დიდი ხნით ხდება ბუშტულის სიგრძის უცვლელად შენარჩუნება. ობიექტივი თავის ბუდეში ხმულად არის დაცენტრული, მაშასადამე არ ხდება ხრახნით 6 (ნახ. 1) მისი რეგულირება, რითაც საგრძნობლად გაუმჯობესდა ლარტყის გამოსახულების ხარისხი და აგრეთვე შესაძლებელი გახდა უფრო მეტ მანძილზე ნიველობა.

ცილინდრულ თარაზოს აქვს შემასწორებელი ხრახნები, რათა მისი ღერძი დაყენებულ იქნეს ნიველირის ბრუნვის ღერძის მართობულად. თარაზული ძაფის შემცველი კონტაქტის შესაბამისი ინდექსი უნდა იყოს ისეთი, როგო-



ნახ. 7.6.8.3.

რიცაა (3^ა) ნახაზზე და არა ისეთი, როგორც (3^ბ) ნახაზზეა. 3' ამპლიტუდის ფარგლებში თარაზულმიმართულებიანი ობიექტივის გადაწევით როგორც ზევით, (ნახ. 3^ა), ისე ქვევით (ნახ. 3^ბ) ლარტყაზე ანათვალი არის 1290. ორივე ნიველირის ტექნიკური მაჩვენებლები იხილეთ (7. 6. 9. 1) ცხრილში.

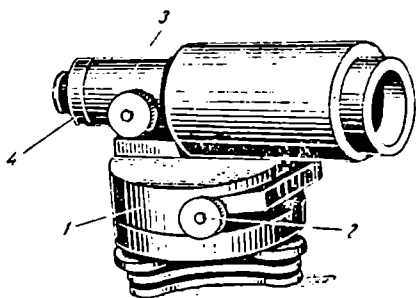
§. B. თვითმომართობადი ნიველირი HCM-2A (ნახ. 4)

განხილად ნიველირის ამზადებენ ხარკოვის სამარკშიდერო ინსტრუმენტების ქარხანაში. როგორც აღვნიშნეთ, სამიზნე ჭოგრის მცირე $\pm 8'$ დახრის კომპენსაცია, ანუ ავტომატურად მისი დაყენება ჰორიზონტულად, ხდება ლინზებიანი კომპენსატორით, რომელიც დაყენებულია ჭოგრის დამცავი გარსაცმის 3 შიგნით (ნახ. 4).

ნიველირის დაყენება მუშა მდგომარეობაში ხდება ინსტრუმენტის მოძრავე ნაწილზე ურთიერთმართობულად დაყენებული ორი ცილინდრული თარაზოთი 6, რომელთა საფასურია 8'; თარაზოებს აქვს შემასწორებელი ხრახნები 5. ნიველირის დაყენება ლარტყაზე ტლანქად ხდება ინსტრუმენტის ზემო ნაწილის ბრუნვით ზედადგარის 1 მიმართ. ნიველირის არა აქვს მომჭერი ხრახნი. მას სცვლის დამმუხურებელი მოწყობილობა. ლარტყაზე ჭოგრის ზუსტად დამიზნება ხდება უსასრულო მიკრომეტრული ხრახნით 2. ჭოგრი არის შიგაფოკუსთაგაწყობიანი. ძაფთა ბადეს აქვს შემასწორებელი ორი ვერტიკალური ხრახნი, რომლებიც დახურულია ხუფქანჩით 4.

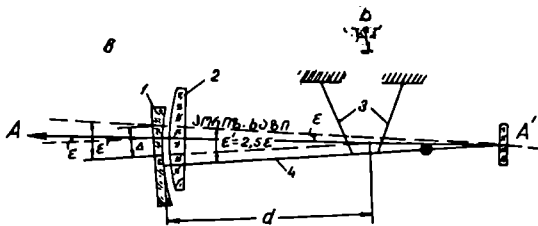
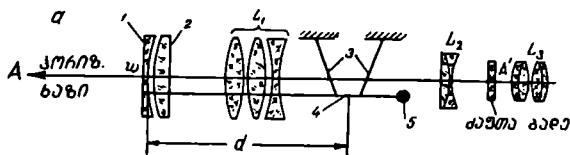
ჭოგრისა და კომპენსატორის სქემა ნაჩვენებია (5) ნახაზზე. კომპენსატორი შედგება ორი ლინზისაგან: და დ ე ბ ი თ ი (ბრტყელი გამონეჭილი) 2,

რომელიც უძრავად მიმაგრებულია L_1L_2 ტელეობიექტივის სპონზიან რთულ L_1 ლინზაზე, და უარყოფითი (ბრტყელ შეზნეკილი) 1, ცალკე მილისში ჩამაგრებული, რომელიც მცირე 0,5 მმ ღრეხით, ე. ი. ფოლტკით (ლუფტით), ჩამოცმულია კოვრის ობიექტივზე და კოვრის კორპუსზე კი დაკიდებულია ფოლადის ოთხი მავთულით 3 (მე-5 ნახაზზე ნაჩვენებია მხოლოდ ორი ცალი). აღნიშნული მოძრავი მილისი (5) ნახაზზე პირობით ნაჩვენებია ღეროს სახით 4. უარყოფითი ლინზისა 1 და მილისის 4 სიმძიმე გაწონასწორებულია კონტრტეირთით 5. კომპენსატორის დადებითი ლინზის მთავარი საფოკუსო მანძილი მეტია უარყოფითი ლინზის მთავარ საფოკუსო მანძილზე მათ შორის ღრეხის ოდენობით, ისინი დაყენებული არიან ისე, რომ კოვრის პორიზონტული მდებარეობის დროს დადებითი ლინზის წინა მთავარი ფოკუსი შეუთავსდეს უარყოფითი ლინზის უკანა მთავარ ფოკუსს. შეიძლება მივიღოთ, რომ ამ ლინზების მთავარი საფოკუსო მანძილების აბსოლუტური მნიშვნელობა ტოლია, ე. ი. კომპენსატორის სისტემა აფოკალურია და ტელესკო-



ნახ. 7.6.8.4.

პორიზონტული მდებარეობის დროს დადებითი ლინზის წინა მთავარი ფოკუსი შეუთავსდეს უარყოფითი ლინზის უკანა მთავარ ფოკუსს. შეიძლება მივიღოთ, რომ ამ ლინზების მთავარი საფოკუსო მანძილების აბსოლუტური მნიშვნელობა ტოლია, ე. ი. კომპენსატორის სისტემა აფოკალურია და ტელესკო-



ნახ. 7.6.8.5.

პური სისტემის გამადიდებლობა დაახლოებით ერთის ტოლია. მაშასადამე, სამიზნე კოვრის თარაზულად დაყენების დროს (ნახ. 5^ა) ლინზების ოპტიკური ღერძები ემთხვევა კოვრის ოპტიკურ ღერძს და ლარტყაზე კოვრით დამიზნების დროს კომპენსატორი არ ახდენს გავლენას მის გამოსახულებაზე, ე. ი. კოვრის თარაზული სხივის შესაბამისი ლარტყის A წერტილის გამოსახულება მიიღება A' წერტილის სახით ძაფთა ბადის თარაზულ ძაფზე.

როგორც ცნობილია (იხ. 6. 5. 5. 1 ფორმულა), მცირე ϵ კუთხით ქოგარის დახრით (S^* ნახაზზე დახრილია ქოგარის ობიექტივის მხარე) კომპენსატორის დაკიდებული მოძრაობის ტრაპეციის ფორმის სისტემა დაიხრება ჰორიზონტის მიმართ ϵ' კუთხით, რომლის ოდენობა:

$$\epsilon' = K \epsilon, \quad (7.6.8.1)$$

სადაც K არის აღნიშნული სისტემის გეომეტრიული სტაბილიზაციის კოეფიციენტი.

ცხადია, ლარტყის A წერტილი (ანათვალი) იგივე იქნება, მხოლოდ ყოფილი მისი გამოსახულების A' ადგილი (თარაზული ძაფი) ქოგარის დახრის გამო გადაადგილებული იქნება; საჭიროა კომპენსატორმა მოგვეცეს—აღადგინოს თარაზული სხივის (ინსტრუმენტის ჰორიზონტის) შესაბამისი A ანათვლის გამოსახულება გადაადგილებულ თარაზულ ძაფზე ისევე A' სახით.

როგორც (S^*) ნახაზიდან ჩანს, ϵ' კუთხის შესაბამისად უარყოფითი ლინზის ოპტიკური ცენტრი გადაადგილებულია ქვემოთ Δ მანძილით, რომლის ოდენობა გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$\Delta = \epsilon' d,$$

ანუ

$$\Delta = K \epsilon d, \quad (7.6.8.2)$$

სადაც d არის მანძილი უარყოფითი ლინზის ოპტიკურ ცენტრსა და კომპენსატორის საკიდ ღეროების 3 შუა წერტილს შორის. უარყოფითი ლინზის თეორიის შესაბამისად ლინზა 1 სხივს განაბნევს იმავე ϵ კუთხით მხოლოდ საწინააღმდეგო მხარეზე (ზევით), ასე რომ, სხივი შეირწყმის A წერტილზე (ანათვალზე), რომლის ოდენობის A' გამოსახულება მიღებული იქნება თარაზული ძაფის ახალ მდებარეობაზე. მაშასადამე, უარყოფითი ლინზის 1, მთავარი F საფოკუსო მანძილის შესაბამისად, ადგილი ექნება რა

$$\frac{\Delta}{F} = \frac{K \epsilon d}{F} = \epsilon \quad (7.6.8.3)$$

დამოკიდებულებას, ქოგარის სამიზნე ღერძი შესრულებს თარაზულად მისი მდებარეობის შესაბამის ფუნქციას.

თანახმად (3) დამოკიდებულებისა, სტაბილიზატორმა უნდა დააკმაყოფილოს დამოკიდებულება:

$$Kd = F. \quad (7.6.8.4)$$

მხედველობაში იღებენ რა კომპენსატორის მგრძნობიარე ელემენტებს, როგორცაა ტვირთის ოდენობა, სიმძიმის ცენტრის მდებარეობა, ღრეკალობა და სხვა, K კოეფიციენტი იღებენ 2,5, რაც (1) ფორმულის მიხედვით იმას ნიშნავს, რომ კომპენსატორის მოძრაობის ნაწილი დაიხრება $\epsilon' = 2,5 \epsilon$ კუთხით.

ე. ი. დატული უნდა იყოს ტოლობა $F = 2,5 d$, რის შედეგადაც მიიღწევა მიზანი და L_2 ოკულარით იხილება ნიველირის ჰორიზონტის შესაბამისი ანათვალი ძაფთა ბადის თარაზული ძაფის ახალ მდებარეობაზე. აქვე უნდა შევნი-

ზნით, რომ უარყოფითი ლინზის 1 დახრა იწვევს ლარტყის გამოსახულების გაუარესებას, რისთვისაც მიღებულია $\pm 8'$ ჭოგრის დახრის ზღვარი, რაც სრულდება $8'$ საფასურის მქონე ზემოაღნიშნული ცილინდრული თარაზობით.

კომპენსატორის დაკიდებული სისტემის მცირედი მოძრაობის შეწყვეტა (დამშვიდება) ხდება მოძრაე ლინზასა 1 და მის ბუდეს შორის დატოვებულ ღრეჩოში შესული ჰაერით დაახლოებით 2 სეკუნდში.

კომპენსატორიანი ნიველირების შემოწმებები და გამოკვლევები

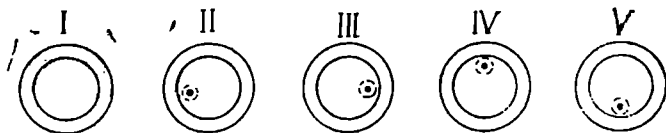
1. ყოველდღიურად სრულდება სფერული თარაზოს შემოწმება. 180° თარაზოს შემობრუნებით ბუშტულის გადახრა ნულუნიქტიდან არ უნდა აღემატებოდეს $0,2-0,3$ მმ.

2. ცილინდრული თარაზობის ღერძები პერპენდიკულარული უნდა იყოს ნიველირის ბრუნვის ღერძისა. პირველი თარაზოს შესწორება და შემოწმება ხდება ისე, როგორც თეოდოლიტსა და ნიველირში. შემდეგ შემოწმებული თარაზოთი ნიველირს მოვიყვანთ მომწესობაში და მეორე თარაზოს ბუშტულის შუა წერტილს დავმთხვევთ ამჟღის ნულუნიქტს მისივე შემასწორებელი ხრახნებით;

3. თარაზული ძაფი უნდა იყოს მართობი ნიველირის ბრუნვის ღერძისა. ამის შემოწმება და შესწორება ხდება ისევე, როგორც HT ნიველირში;

4. ჭოგრის სამიზნე ღერძი უნდა იყოს პორიზონტულად. შემოწმება ხდება ისე, როგორც ხშული ნიველირების მთავარი შემოწმება ორმაგი გეომეტრიული ნიველობით; შესწორება კი ხდება ვერტიკალური შემასწორებელი ხრახნით ძაფთა ბადის გადაწევით (იხ. 7. 6. 7. პარაგრაფის $A, a, 4$ მუხლის მესამე ხერხი);

5. კომპენსატორის გამოკვლევა იმის შესახებ, რომ დასაშვებ ფარგლებში ჭოგრის დახრის ($\pm 8'$) დროს მისი სამიზნე ღერძი უნდა იყოს თარაზულად. გამოკვლევისათვის ნიველირს მოვიყვანთ მომწესობაში და ერთ-ერთი ამწევი ხრახნის გასწვრივ დაახლოებით 80 მეტრზე ვერტიკალურად დაყენებულ ლარ-



ნახ. 7.6.8.5'.

ტყაზე ავიღებთ ანათვალს. შემდეგ ხსენებულ ამწეე ხრახნს დადებითი და მერე უარყოფითი მიმართულებით ბრუნვით ავწეე-დავწეეთ ჭოგრს და ყოველ ჭერზე ვიღებთ ანათვალს. ყველა ანათვალი უნდა იყოს ტოლი. ასეთ შემოწმებას ახდენენ ლარტყის სხვადასხვა 50, 100, 140, 200 მ მანძილებზე. პირობის დარღვევის შემთხვევაში უნდა მივმართოთ სახელოსნოს.

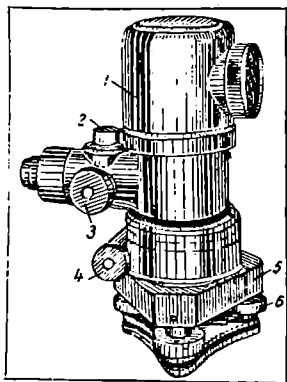
იმ შემთხვევაში, როცა შემოწმება ხდება სფერული თარაზოს გამოყენებით, მაშინ 100 მეტრით დაშორებულ წერტილებზე შევეულად დამაგრებული ლარტყების ზუსტად შუა, გასწვრივობაში და მომწესობაში დაყენებული

ნიველირით ხუთჯერ, — ისე, როგორც ეს ნაჩვენებია (5) ნახაზზე, ანუ, როცა ბუშტულა შუაშია (ნორმალური შემთხვევა) ან როცა ბუშტულა მარცხნივია, ან ბუშტულა მარჯვნივია, ან როცა ბუშტულა წინა და უკანაა. — განსაზღვრავთ აღმატებას. ასე ვიმეორებთ ხუთჯერ. გამოვთვლით ბუშტულას ყოველი მდებარეობის შესაბამის აღმატებათა საშუალოს და თუ სფერული თარაზოს ბუშტულის II, III, IV, V მდებარეობის საშუალო აღმატებები განსხვავდება 1 (ნორმალური ანუ როცა ბუშტულა შუაშია) გამოთვლილი საშუალო აღმატებისაგან 1 მმ მეტი, საჭირო იქნება მიემართოთ სახელოსნოს. ასეთი სახის გამოკვლევას 2—3 თვეში ერთჯერ ასრულებენ.

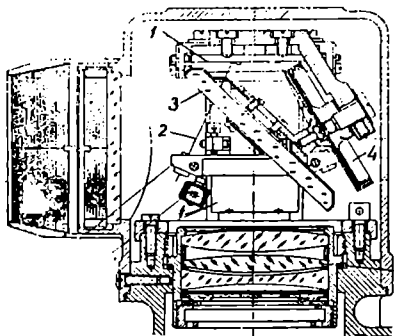
C. თვითმომწოდებელი ნიველირი H3K-1 (ნახ. 6)

განხილად ნიველირის აქვს სარკიანი კომპენსატორი, რომლის კონსტრუქცია ეკუთვნის პროფ. ნ. გუსევის. სამიზნე ჭოგრი არის ტენილი, ზემო ნაწილის გარსაცმში 1 მოწყობილია შესასვლელი სარკელი; საგანზე ჭოგრის ფოკუსთაწყობა ხდება ხრახნით 3; ნახაზზე 4 არის უსასრულო მიკრომეტრული ხრახნი: 5 და 6 — ზედადგარი და ამწევი ხრახნები, ხოლო 2 — სფერული თარაზო.

ბრტყელი სარკე 3 (ნახ. 7) დაკიდებულია ლითონის ოთხ ლერძზე 2, რომლებიც წყვილ-წყვილად ჰქმნიან ტრაპეციის ფორმის ოთხკუთხედს. დეტალზე 1 (ხილზე) თითოეულ წყვილ ლეროს მიმაგრების წერტილებს შორის



ნ.ხ. 7.6.2.6.



ნ.ხ. 7.6.3.7.

მანძილი ორჯერ ნაკლებია იმავე ლეროების მეორე ბოლოების სარკის კარკასზე მიმაგრების წერტილებს შორის მანძილთან შედარებით. საკიდი ლეროების ასეთ განლაგებას კი, როგორც ცნობილია (იხ. 6. 5. 5. პარაგრაფი). შეესაბამება ერთზე ნაკლები მექანიკური სტაბილიზაციის კოეფიციენტი. ისეა იუსტირებული კომპენსატორის სისტემა, რომ ნიველირის ლერძის ვერტიკალურად დაყენების დროს სარკე 3 სამიზნე ლერძის სხივს უცვლის მიმართულებას 90° და მოჰყავს თარაზულ მდგომარეობაში, ხოლო ϵ კუთხით ჭოგრის დახრის შემთხვევაში სარკე 3 ძაფებით დაიხრება

$$\epsilon' = K\epsilon$$

(7.6.8.5)

კუთხით და სცვლის სამიზნე ღერძის მიმართულებას

$$2\varepsilon' = \varepsilon \quad (7.6.8.6)$$

კუთხით, ამის შედეგად იგი ავტომატურად ჰორიზონტულ მდგომარეობაშია. დამიზნების ხაზი ავტომატურად ჰორიზონტულ მდგომარეობაშია, თუ კომპენსატორში დატულია შემდეგი დამოკიდებულება:

$$2K\varepsilon = \varepsilon, \text{ ანუ } 2K = 1, \quad (7.6.8.7)$$

სადაც 2 არის ოპტიკური კომპენსაციის კოეფიციენტი, ე. ი. მექანიკური კოეფიციენტი.

როგორც ცნობილია, მექანიკური სტაბილიზაციის კოეფიციენტი

$$K = K_1 + K_2,$$

სადაც K_1 არის გეომეტრიული სტაბილიზაციის კოეფიციენტი, რომლის ოდენობა დამოკიდებულია მგრძობიარე ელემენტის დაკიდების გეომეტრიულ ფორმაზე, ხოლო K_2 — ფიზიკური სტაბილიზაციის კოეფიციენტი, რომლის ოდენობა დამოკიდებულია მგრძობიარე ელემენტის ფიზიკურ თვისებებზე.

მაშასადამე, (7) დამოკიდებულების მიხედვით მექანიკური სტაბილიზაციის K კოეფიციენტი უნდა უდრიდეს 0,5.

სტაბილიზაციის ზღვრულ კუთხედ მიღებულია $\pm 15'$.

განხილად კონვენსატორს აქვს საპაერო დემპფერი 4, რომლითაც სარკის რხევა სწრაფად შთაინთქება.

7. თვითთოქანსობადი ნივთიერი Koni — 007 (ნახ. 8).

განხილადი ნიველირის ჭოგრი არის ტეხილი. მას გააჩნია ოპტიკურ-მექანიკური კომპენსატორი, რომელიც წარმოადგენს მართკუთხა პრიზმას 5 და მდებარეობს ჭოგრის ძაფთა ბადისა და ტელეობიექტივის მათოკუსირებელ 3 ლინზას შორის (ნახ. 9). (8) ნახაზე ჩანს ლუპა-ოპტიკური მიკრომეტრი, რომლითაც აიღება ზუსტი ანათვლები ლარტყაზე, მისი დოლის სკალის დანაყოფის საფასურია 0,05 მმ; იქვეა სამიზნე ჭოგრის ოკულარი; ინდექსიანი მიკროსკოპის ოკულარი, რომლითაც აიღება ანათვალი მინის თარაზულ წრედზე. რომლის დანაყოფის საფასურია 10', ხოლო თვალთ შეფასებელი ანათვალია $\pm 1'$ შეცდომით; ქვემოთაა სფერული თარაზოს სამზერი სარკმელი და სფერული თარაზო; კრემალიერი; მიკრომეტრის გამანათებელი სარკმელი. (9) ნახაზე 1 არის პენტაპრიზმა, რომელიც შეიძლება შევებარუნოთ ისე, რომ შესასვლელი სხივი თავის პარალელურად გადაადგილდეს (ეს გადაადგილება იდენტურია ჭოგრის ჰორიზონტული მდგომარეობის დროს ბრტყელი პარალელური ფირფიტების ქმედებისა). სხივთა სვლა ასეთია: ლარტყიდან წამოსული სხივები გაივლის დამცავ მინას 9. პენტაპრიზმას 1, ეცემა ტელეობიექტივს 2, მათოკუსირებელ ლინზას 3; 1 ქანქარაზე დაკიდებულ კომპენსატორის პრიზმას 5, უძრავ პრიზმას 4 და ეცემა ძაფთა ბადეს 7, იგი ხვდება ოკულარის 8 მხედველობის არეში. ლარტყის გამოსახულება ჭოგრში მიიღება პირდაპირი, ე. ი. ანათვალი იზრდება ქვემოდან ზემოთ.

ქანქარაზე 6 დაკიდებული პრიზმა 5 ადგილებს სამიზნე სხივს

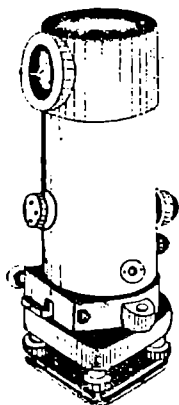
$$\Delta = 2\alpha = 2\lambda \varepsilon, \quad (7.6.8.8)$$

სადაც l არის ქანქარას სიგრძე;

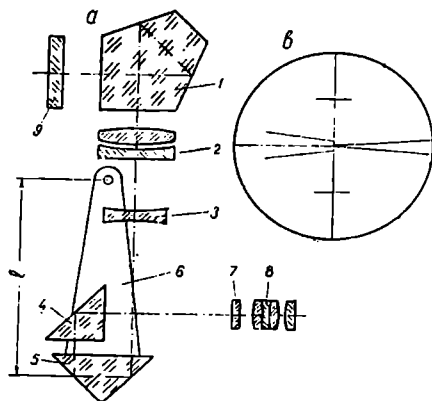
a — კომპენსატორის პრიზმის გადახრის ოდენობა;

ε — კოვრის გრძივი გადახრის ოდენობა.

იმისათვის, რომ კოვრის $\pm 10'$ ზღვრულ დახრილ მდგომარეობაში მოხდეს სამიზნე ღერძის ავტომატური სტაბილიზაცია, ანუ ლარტყაზე ნიველირის



ნახ. 7.6.6.გ.



ნახ. 7.6.8.9.

პორიზონტის შესაბამისი ანათელის აღება, საჭიროა კომპენსატორი აკმაყოფილებდეს პირობას:

$$F \varepsilon = 2l\varepsilon. \quad (7.6.8.9)$$

მაშასადამე, ქანქარას სიგრძე უნდა იყოს:

$$l = \frac{F}{2}, \quad (7.6.8.10)$$

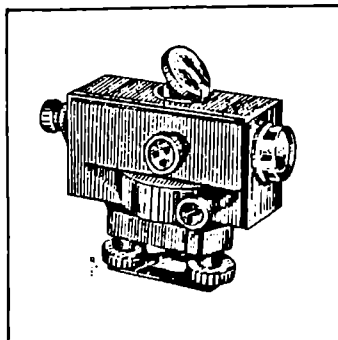
სადაც F არის ტელეობიექტივის ეკვივალენტური ლინზის 2, 3, მთავარი საფოკუსო მანძილი.

ნიველირის მუშა მდგომარეობაში დაყენება ხდება სფერული თარაზოთი, სტაბილიზაციის ზღვრული კუთხეა $\pm 10'$. ქანქარას რხევის დამშვიდება ხდება საპაერო დემპერით ერთ სეკუნდში.

განხილად ნიველირის გააჩნია პირდაპირი დაციფრვის სამმეტრიანი ინვარული ლარტყები (ნახ. 7.6.2.7^ა), რომელზეც შეიძლება ავიღოთ ანათვალის პენტაპრიზმის მიკრომეტრით და ძაფთა ბადის კუთხური ბისექტორის (ნახ. 9^ბ) გამოყენებით. ამ შემთხვევაში კილომეტრული საშუალო კვადრატული შეცდომა იქნება ± 7 მმ. შეიძლება გამოყენებულ იქნეს სოლებრივი ლარტყა (ნახ. 7.6.2.7^ა), რომელზეც აიღება ანათვლები პენტაპრიზმის გამოყენების გარეშე თარაზული ძაფით და თვალის შეფასებით, რის შედეგად კილომეტრული საშუალო კვადრატული შეცდომა შეიღება $\pm 2-3$ მმ.

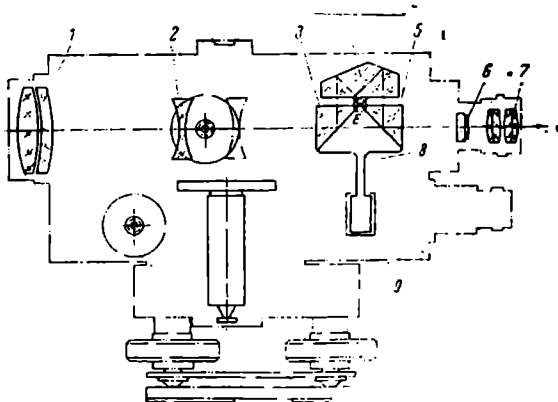
განხილავთ ნიველირის პრიზმებიანი კომპენსატორი მოთავსებულია კოგ-რის მაფოკუსირებელ ლინზასა და ძაფთა ბადეს შორის; იგი საშუალებას იძლევა ნიველირის პორიზონტის შესაბამისად ანათვალთ ავილოთ ლარტყახე, როცა სამიზნე კოგრი დასაშვებ ფარგლებში დახრილი. კომპენსატორი მუშაობს (6.5.1.1⁶) ნახაზზე მოყვანილი სქემის შესაბამისად. უსასრულო მიკრომეტრული ბრახნი დაყენებული აქვს ორივე მხარეზე. ნიველირის ღერძის შევუღალ დაყენება ხდება სფერული თარაზოთი, რომელიც იხილება ზემო სარკეთით.

სამიზნე კოგრისა და კომპენსატორის სქემა ნაჩვენებია (11) ნახაზზე. კომპენსატორი შედგება მართკუთხა ორი პრაზმისაგან 3 და 5, რომლებიც მიმაგრებული არიან ქანქარაზე 8, რომლის ქვემო ნაწილი დეტალით 9 კქმნის საპაერო ღემფერს. ქანქარა 8 დაკიდებულია ორ წყვილ ლითონის დრეკად ლენტაზე, რომლებიც იკვეთებიან E ღერძზე.



ნახ. 7.6.8.10

ლარტყიდან წამოსული სხივები გაივლის ობიექტივს 1, მაფოკუსირებელ ლინზას 2, აირეკლება კომპენსატორის პრიზმაში 3 და შევა სახურავის-მაგვარ დახრილ პრიზმაში 4, რომელშიც მოხდება მათი სამჭერ არეკლა და



ნახ. 7.6.8.11.

შემდეგ მოხვდება კომპენსატორის პრიზმაში 5, რომელიც იძლევა ლარტყის გამოსახულებას ძაფთა ბადეში, და იხილება ოკულარით 7.

ჰოგრის სამიზნე ღერძის ε კუთხით დახრის დროს ჰორიზონტული სხა-ვი, რომელსაც მოაქვს ინსტრუმენტის ჰორიზონტის შესაბამისი ანათვალის ლარტყაზე, კომპენსატორის პრიზმის 3 საშუალებით ობიექტივის ოპტიკურ ცენტრზე შებრუნდება 2 ε კუთხით. შემდეგ სამჭერ არეკლილი დახრილ პრიზმაში 4,2 ε კუთხით იგი კიდევ შებრუნდება კომპენსატორის პრიზმით 5. რის შესაბამისად სხივი გადაიხრება ჰორიზონტული მიმართულებიდან 4 ε კუთხითა და გაივლის თარაზული ძაფის ახალ მდებარეობას. როგორც ვხედავთ, ε კუთხით ჰოგრის დახრის დროს კომპენსატორის თითოეული პრიზმა სცვლის სხივის მიმართულებას 2 ε კუთხით, სადაც 2 არის ოპტიკური სტაბილიზაციის კოეფიციენტი. სამიზნე ღერძის სტაბილიზაცია ხდება პირობის დაცვით:

$$F\varepsilon = 2K(S_1 + S_2)\varepsilon, \quad (7.6.8.11)$$

საიდანაც

$$F = 2K(S_1 + S_2), \quad (7.6.8.12)$$

სადაც F არის ობიექტივის ეკვივალენტური მთავარი საფოკუსო მანძილი; S_1 და S_2 — შესაბამისად, პრიზმების 3 და 5 ჰიპოთენუზა წახნაგებზე ჰორიზონტული სამიზნე ღერძის პროექციების შესაბამის წერტილებსა და ძაფთა ბადემდე 6 მანძილები. კომპენსატორი მუშაობს ჰოგრის $\pm 10'$ კუთხით დახრის დროს. სტაბილიზაციის სიზუსტეა $\pm 0,5''$. კომპენსატორის რხევა მშვიდდება ორმაგი დემპფერით ერთ სეკუნდში. სამიზნე ჰოგრი კომპენსატორთან ერთად იძლევა ლარტყის პირდაპირ გამოსახულებას.

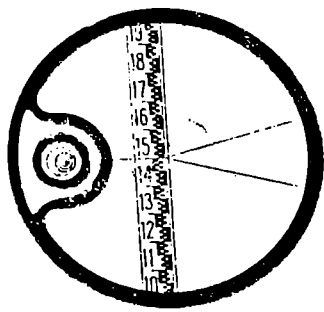
F. თვითოვთვალის ნიველირი Ni-B 5 (ნახ. 12).

განხილავთ ნიველირის ბრუნვის ღერძი არის ცილინდრული, რომელსაც აქვს ორი უსასრულო მიკრომეტრული ხრახნი 4. მას გააჩნია მინის მბრუნავი თარაზული წრედი, რომლის გადაადგილება ხდება საგანგებო ხრახნით. ლიმბის დანაყოფის საფასურია 1°. მასზე ანათვლების აღება ხდება სკალიანი მიკროსკოპით, რომლის დანაყოფის საფასურია 10'. მიკროსკოპის ანათვლების აღება ხდება $\pm 1'$. ასათვლელი მიკროსკოპის ოკულარი 3 მოთავსებულია სამიზნე ჰოგრის ოკულარის 2 გვერდით. ლიმბის შტრიხები ნათდება ილუმინატორით 5. ნიველირის ბრუნვის ღერძის ვერტიკალურად დაყენება ხდება სფერულ თარაზოთი 6, ხოლო მისი ბუშტულის გამოსახულება მიიღება ჰოგრის მხედველობის არეში პრიზმის 3 საშუალებით (ნახ. 13). ჰოგრი არის შიგაფოკუსითააწყობიანი, ფოკუსითააწყობა სრულდება ხრახნით 1 (ნახ. 12). რომლითაც შეიძლება როგორც ტლანქი, ისე მიკროფოკუსითააწყობა.

კომპენსატორი შედგება მართკუთხა პრიზმებისაგან 5, 6 და 7 (ნახ. 13). პრიზმა 5 და 6 დაკიდებულია ორ წყვილ ლითონის ძაფზე, ხოლო პრიზმა 7 ხშულადაა დაკავშირებული სამიზნე ჰოგრის კორპუსთან. ვინაიდან ამ შემთხვევაში აღნიშნული ძაფები წყვილ-წყვილადაა მიმაგრებული $A-A$ ხაზთან (ნახ. 13. მონაკვეთი $a=0$). (6.5.5:1) ფორმულის შესაბამისად ჰოგრის ε კუთხით დახრის დროს

$$\varepsilon' = \frac{a}{b} \varepsilon = \frac{0}{b} \varepsilon = 0 \quad (7.6.8.13)$$

კუთხით: ამავე დროს 5 ხაზი პარალელურია 5 ხაზის, 6' კი პარალელურია 6 ხაზის და 7' ხაზი ადგენს 7 ხაზთან კუთხეს, რადგანაც პრიზმა 7-ხაზება კოგრთან ერთად. პირველ შემთხვევაში. ანუ, როცა სამიხნე კოგრი პორიზონტულად არის დაყენებული, $O.A$ სხივები, წამოსული ლარტყიდან, რომელიც შესაბამება ინსტრუმენტის პორიზონტს. ეცემა (5) პრიზმას A წერტილში.



ნახ. 7.6.8.15.

საიდანაც 90° კუთხით აირეკლება და მივა პრიზმის 7 წახნაგთან B წერტილში, საიდანაც უკანვე აირეკლილი ეცემა პრიზმის 6 წახნაგს, რომელიც მიმართავს მათ ძაფთა C ბაღეზე. მეორე შემთხვევაში, ანუ, როცა კოგრი დახრილია ε კუთხით, იგივე სხივები ეცემა 5' პრიზმის წახნაგს A' წერტილში, აირეკლება 90° კუთხით, ეცემა 7' პრიზმის წახნაგს B_1 წერტილში, რომლისგანაც აირეკლილი წარმართება B_1A'' მიმართებით, რომელიც ადგენს B_1A' მიმართებასთან 2ε კუთხეს, 6' პრიზმის წახნაგის A'' წერტილში აირეკლება და გაივლის ძაფთა ბაღეში, რომელიც ამ შემთხვევაში იქნება C_1 წერტილში. ამავე დროს

$$\left. \begin{aligned} OC = OC_1 = F \\ B_1A'' + A''C_1 = S \\ OC_1 = F \varepsilon = S 2\varepsilon \\ \text{ი. ი. } F = 2S, \end{aligned} \right\} \quad (7.6.8.14)$$

სადაც F არის ტელეობიექტივის ეკვივალენტური ღიწვის მთავარი საფოკუსო მანძილი;

S — მანძილი კომპენსატორსა და ძაფთა ბაღეს შორას.

კომპენსატორის რხევას საპაერო დემპფერი ამშვიდებს 0.8 სეკუნდში. კომპენსატორის მუშაობის ზღვარია $\pm 8'$. მისი პორიზონტული ხაზის სტაბილიზაცია ხდება $\pm 0''$, 4 სიზუსტით. კოგრი იძლევა ლარტყის პირდაპირ გამოსახულებას.

ნიველირის ობიექტივზე უკეთდება საცმი ბრტყელი პარალელური ფირფიტით. ამ შემთხვევაში იყენებენ ინვარულ ლარტყას.

განხილადი ნიველირის მხედველობის არეში გარდა ლარტყისა იხილება სდერული თარაზოს ბუშტულა (ნახ. 15).

7.6.9. ნიველირები დახრილი სამიხნე სხივით

პრაქტიკის მოთხოვნის შესაბამისად საჭირო შეიქმნა წერტილთა შორის დიდ მანძილებზე დიდი ოდენობების აღმატებების გაზომვები. აღრე იგი სრულდებოდა ნიველირ-თეოდოლიტების საშუალებით დახრის კუთხეების გაზომვების გზით. ავსტრიელ პროფესორ შტამპფერის იდეის შესაბამისად პირველად შექმნეს ნიველირის თავისებური კონსტრუქცია, რომელზეც დახრის კუთხეების ნაცვლად უშუალოდ იზომება მათი შესაბამისი ხაზოვანი მონაკვეთები. თანამედროვე ოპტიკური ნიველირებით დახრილი სხივით ნიველობის

იძეა ეკუთვნის გ. სტოდოლკევიჩის, რომელმაც 1946 წელს გამოთქვა აზრი იმის შესახებ, რომ აღმატება შეიძლება განისაზღვროს ნიველირის დახრილი სწივის შესაბამისად ლარტყაზე ანათელის საშუალებით თუ გამოვიყენებთ თ ვ ი თ დ ა მ ყ ე ნ ე ბ ე ლ სარკეს.

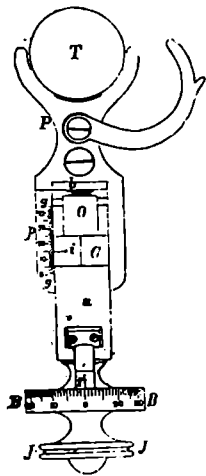
1. შტამპფერის ნიველირი

შტამპფერის ნიველირი არსებითად არის ეგოს სისტემის ნიველირი იმ ცვლილებების შეტანით, რომლებიც შესაძლებლობას იძლევიან აღმატებები განესაზღვროთ, თარაზული სხივის გარდა, მცირედ დახრილი სხივების საშუალებითაც; ამ შემთხვევაში დახრის კუთხე არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 2^\circ$. ამ ნიველირით მუშაობის დროს ლარტყამდე მანძილი შეიძლება აღემატებოდეს 200 მეტრს, ხოლო აღმატებები შეიძლება აყოს 12—13 მეტრი. ე. ი. გაცილებით მეტი. ვიდრე ჩვეულებრივი გეომეტრიული ნიველობის დროს (3—5 მეტრი); აგრეთვე ამ ნიველირით ისაზღვრება მანძილი ლარტყამდე.

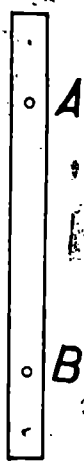
შტამპფერის ნიველირის არსებითი განსხვავება სხვა ნიველირებისაგან მდგომარეობს ერთ-ერთ დგამზე ზესაწევი (ელევაციური) ხრახნის აგებულებაში, რომელიც ზუსტად ჰოგრის შვეული მოძრაობის საშუალებას იძ-

ლევა (ნახ. 1).

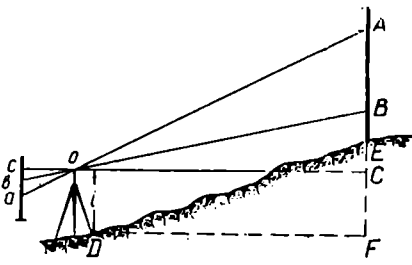
P დგამის ბუდეში მოთავსებულია *T* ჰოგრი. მიკრომეტრული *I* ხრახნი გადის ერთმანეთში შემავალ *O* და *C* ცილინდრებში, რომლებიც *P* დგამზე მიმაგრებულია *b* ფირფიტით. *I* ხრახნის ბრუნვით შეიძლება *P* დგამის დაკრძლება და დამოკლება, რის შედეგად სათანადოდ დაიხრება ჰოგრი. ეს



ნახ. 7.6.9.1.



ნახ. 7.6.9.2.



ნახ. 7.6.9.3.

მოძრაობა იზომება *p* გარსამოსზე დამაგრებულ *x* სკალაზე ინდექსით. რომელიც მიმაგრებულია უძრავ *O* ცილინდრზე. *I* ხრახნის ერთ სრულ ბრუნვას შეესაბამება სკალის ერთი დანაყოფი. სკალის დანაყოფის ნაწილებია. ანუ ხრახნის არასრული ბრუნვის, ოდენობის დასადგენად *I* ხრახნის თავზე მოწყობილია *B* დოლი ფერსოზე 100 ტოლი დანაყოფით, რომელზეც აიღება ანათელი *u* ცილინდრზე დამაგრებულ სავანგებო ფირფიტაზე დატანილი

ინდექსით. ფერსოზე დატანილი დანაყოფები მსხვილია; ამიტომ i' ინდექსით შეიძლება თვალთ შეფასდეს მათი მეათედი ნაწილები.

მაშასადამე, g სკალასა და დოლზე შეიძლება ავიღოთ ანათვლები I ხრახნის სრული ბრუნვის რაოდენობისა და აგრეთვე სრული ბრუნვის მეათედი, მეასედი და მეათასედი ნაწილებისა. I ხრახნის ფუჭი სელის მოსასპობად C ცილინდრში მოთავსებულია ფოლადის სპირალური ზამბარა.

არსებობს ნიველირები ბამბერგის, ფენნელიის, ბრეიტგუფტიის და სხვა, რომელთაც ნაცვლად ელევაციური ხრახნისა დაყენებული აქვთ ტანგენსური ხრახნი, რომლის უპირატესობა ის არის, რომ იგი მუდამ ვერტიკალურ მდგომარეობაშია, რის გამო მიიღება შედარებით უფრო ზუსტი შედეგი.

განხილავი ნიველირისათვის საჭიროა საგანგებო ლარტყა (ნახ. 2), რომელიც წარმოადგენს ძელს მასზედ ორი A და B სანიშნით. სანიშნეები ურთიერთისაგან დაშორებულია 2—3 მეტრით. სანიშნეები შეიძლება გაკეთდეს მოძრავ ორ ფირფიტაზე, რომელთა დაყენება ურთიერთის მიმართ წარმოებს სურვილისამებრ.

შტამპფერის ნიველირის გამოყენების არსი მდგომარეობს შემდეგში: ვთქვათ, საჭიროა განისაზღვროს D და E წერტილებს შორის სიმაღლეთა EF სხვაობა და მათ შორის ჰორიზონტული DF მანძილი (ნახ. 3).

D წერტილზე ნიველარის დაყენების შემდეგ ელევაციური I ხრახნი აყენებენ c ანათვალზე, რომელიც შეესაბამება ინსტრუმენტის ბრუნვის ღერძისადმი ცილინდრული თარაზოს ღერძის მართობულ მდგომარეობას და ბუშტულის ცენტრის ამჟღის ნულბუნქტზე დაყენებას; ამ დროს დოლზე i' ინდექსი (მაჩვენებელი) ნულზე იქნება დაყენებული. ელევაციური I ხრახნი ბრუნვით ჰოგრის სამიზნე ღერძს უმიზნებენ E წერტილში შვეულად დაყენებული ლარტყის A , მეჩე B სანიშნს და ორივეჯერ იღებენ ანათვლებს g სკალასა და დოლზე; ეს ანათვლები, შესაბამისად. აღვნიშნოთ a და b ასოთი.

მაშინ (3) ნახაზის მიხედვით დავწეროთ:

$$\frac{BC}{AB} = \frac{b-c}{a-b}; \quad \frac{DF}{OC} = \frac{oc}{ac} = \frac{AB}{a-b}, \quad (7.6.9.1)$$

სიდანაც

$$BC = \frac{b-c}{a-b} AB; \quad DF = \frac{oc}{a-b} AB. \quad (7.6.9.2)$$

(3) ნახაზის მიხედვით:

$$EF = BC + CF - BE = BC + i - BE, \quad (7.6.9.3)$$

სადაც არის ნიადაგიდან სკალის c ანათვლამდე სიმაღლე;

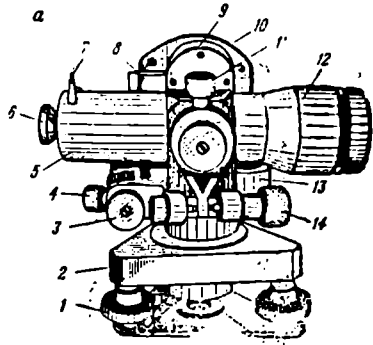
BE — ნიადაგიდან ლარტყის ქვედა სანიშნომდე სიმაღლე.

იმ შემთხვევაში, როცა ნიველირი სანიველო D და E წერტილებს შუაღვას, (3) ტოლობაში აღარ შევა i და BE სიდიდეები.

განხილული ნიველირი ხასიათდება ნაკლები სიზუსტით, ამიტომ მას იყენებენ გზებზე, არხებისა და სხვა წინასწარი კვლევისათვის, სადაც მთავარია მუშაობის სისწრაფე.

განხილადი ინსტრუმენტით ასრულებენ ნიველობას როგორც თარაზული, ისე დახრილი სხივის საშუალებით. ლარტყამდე მანძილი შეიძლება 250 მეტრამდე.

ნიველირის ვერტიკალური ცილინდრული ღერძი მოთავსებულია ზედადგარის 2 მაღისში და გააჩნია მომპერი 9 და მიკრომეტრული ხრაზნი. საშიზენე ჰოგარის დახრა ვერტიკალურ სიბრტყეში შეიძლება $\pm 3'$ -მდე. ჰოგარის დახრა სრულდება მომპერი 6 და მიკრომეტრული 4 ხრაზნებით. ნიველირის ბოუნვის ღერძის ტლანქად შევეულად დასაყენებლად იუენებენ ამწვე ხრაზნებს და სვერულ თარაზოს 3. სარკეს სიბრტყე 9 (ნახ. 5^ა) ვერტიკალურ მდგომარეობაში ადგენს 45° კუთხეს ცილინდრული თარაზოს (ნახ. 4) 8 ღერძთან. თარაზოს ბუშტულის ცენტრის ამპულის ნულპუნქტზე დაყენება ხდება მიკრომეტრული ხრაზნით 10 და იხილება კონტაქტური სისტემის პრიზმიდან 7.



ნახ. 7.6.9.4.

საშიზენე ჰოგარს (ნახ. 5^ა), გარდა ობიექტივისა 1, 2, მათოკუსირებელი ლინზებისა 3, 4, ძაფთა ბადის პრიზმისა 5 და ოკულარისა 6, აქვს დამატებითი ოპტიკური დეტალი, რომელიც შესაძლებლობას ქმნის დახრილი სხივით განსაზღვროთ აღმატებები. ამ დეტალში შედის (ნახ. 5^ა): ძაფთა ბადე 8 სასიმალო შტრიხით, რომელსაც იცავს ილუმინატორი 7; სარკე 9, რომელიც ხისტად დაკავშირებულია ცილინდრულ თარაზოსთან 8 (ნახ. 4); ობიექტივი 10, 11, რომლებიც პრიზმის 12 დახმარებით აგებს სასიმალო შტრიხის გამოსახულებას ძაფთა ბადის პრიზმების 5 შეწებების სიბრტყეში. ამავე სიბრტყეში ვერტიკალურად დატანილია ამალგამის (მოვერცხლოლი) ზოლი და გატარებულია მოკლე ჩვეულებრივი ძაფთა ბადის სამი შტრიხი. დახრილი სხივით აღმატების განსაზღვრა შეიძლება როგორც წინ ისე შუიდან.

პირველ შემთხვევაში, ანუ წინ ნიველობის დროს, ძაფთა ბადის შუა ძაფი უნდა შევეუთავსოთ ლარტყის მთელ დეციმეტრულ ანათვალს და სასიმალო შტრიხით ავილოთ ანათვალის ლარტყაზე. ყოველი ანათვალის აღების დროს ცილინდრული თარაზოს ბუშტულის ცენტრი უნდა შევეუთავსოთ ამპულის ნულპუნქტს. აღმატება გამოითვლება ფორმულით

$$h = K(n-b) + i - n, \quad (7.6.9.4)$$

სადაც K არის სიმაღლზომის კოეფიციენტი, რომლის ოდენობა $H, \text{H} - 3$ ნიველირისათვის უნდა უდრიდეს 5;

n — ანათვალის ძაფთა ბადის შუა ძაფით;

b — ანათვალის სასიმალო შტრიხით;

i — ინსტრუმენტის სიმაღლე.

ობიექტის ალმატება მზომის სისტემის O_2 ობიექტის განივი g გამა-
 დიდებლობა გამოისახება დამოკიდებულებით:

$$g = \frac{p}{m} \quad (7.6.9.8)$$

D_1 გამოსახულებიდან 3 სარკის E წერტილამდე მანძილი აღენიშნოთ
 S ასოთი, მაშინ ნახაზის მიხედვით

$$m = S \sin 2\gamma \quad (7.6.9.9)$$

მაშასადამე,

$$g = \frac{p}{S \sin 2\gamma}$$

საიდანაც

$$p = Sg \sin 2\gamma \quad (7.6.9.10)$$

წვეტიანოთ p -ს მნიშვნელობა (10) დამოკიდებულებიდან (7) დამოკიდებუ-
 ლებაში და შედეგი გავამარტივოთ, მივიღებთ:

$$Sg \sin 2\gamma = \frac{nF}{d} \cos^2 \gamma;$$

$$2Sgd \operatorname{tg} \gamma = 2Sgh' = nF;$$

საიდანაც

$$h' = d \operatorname{tg} \gamma = \frac{F}{2Sg} \cdot n;$$

$$h' = Kn, \quad (7.6.9.11)$$

სადაც K არის მუდმივი კოეფიციენტი;

n — ლარტყაზე დანაყოფების რაოდენობა სამიზნე შტრიხის II, ანუ
 H_G წერტილის გეგმილსა და სასიმაღლო (მოძრავი) შტრიხის II გეგ-
 მილს შორის.

n . II — 3 ნიველირის შემოწმება და შესწორება.

1. სფერული თარაზოს ღერძი უნდა იყოს ნიველირის ბრუნვის ღერძის
 პარალელური;

2. ძაფთა ბადის თარაზული სამიზნე ძაფი უნდა იყოს ნიველირის ბრუნ-
 ვის ღერძის მართობი;

ორივე შემოწმება და შესწორება ხდება ისევე, როგორც H_G ნიველირში.

3. ალმატების მზომის K კოეფიციენტი უნდა იყოს 5-ის ტოლი;

ეს კოეფიციენტი ისაზღვრება ფარდობით:

$$K = \frac{h_0}{h} \quad (7.6.9.12)$$

სადაც h_0 და h , შესაბამისად, არის წერტილთა შორის ალმატება, განსაზღვ-
 რული გეოგრაფიული და დახრილი სხივის ნიველობით.

სანიველო წერტილებს შეარჩივენ ურთიერთისაგან 100—150 მეტრ მანძილ-
 ზე დაშორებით ისე, რომ მათ შორის ალმატება დაახლოებით არ იყოს 4 მეტრზე

ნაკლები და დასობენ პალოებს. H_{II} —3 ნიველის აყენებენ წერტილებს შორის ტოლ მანძილზე არაგასწვრიობაში 100—150 მეტრას დაშორებით. მაშასადამე, ნიველირი იქნება დაყენებული ტოლგვერდა სამკუთხედის ერთ-ერთ წვეროზე. h_0 განისაზღვრება თარაზული სხივით (გეომეტრიული), ნიველობით, ხოლო h აღმატების განსაზღვრისათვის ჭოგრის სამიზნე (შუა) ძაფს აყენებენ ორივე წერტილზე ლარტყის ერთი და იმავე $u_a = u_b = u$ ანათვალზე და სასიმაღლო შტრიხით იღებენ a და b ანათვალს. საზღვრავენ სხვაობას:

$$(u \ b) - (u - a) = a - b. \quad (7.6.9.13)$$

ასეთ გაზომვებს ასრულებენ არანაკლებ ოთხ სერიალ და თითოეულ სერიაში წერტილებს შორის აღმატებას საზღვრავენ ათათჯერ. საზღვრავენ სხვაობების საშუალო ოდენობებს და ბოლოს (6) ფორმულით საზღვრავენ:

$$h = K(a - b). \quad (7.6.9.14)$$

წერტილთა აღმატება, განსაზღვრული გეომეტრიული ნიველობით და დახრილი სხივით, ნიველობის შედეგად უნდა იყოს ტოლი, ე. ა.

$$h_0 = h = K(a - b), \quad (7.6.9.15)$$

სპიდანაც

$$K = \frac{h_0}{a - b}. \quad (7.6.9.16)$$

თუ K არ გამოვიდა 5-ის ტოლი, შესწორებისათვის უნდა მივმართოთ სახელოსნოს.

თუ K კოეფიციენტის შესწორება ვერ მოხერხდა, მაშინ ისაზღვრება შესწორება ყოველი აღმატებისათვის:

$$\Delta h = (5 - K) h \quad (7.6.9.17)$$

ან რთული ნიველობის დროს შევიტანთ ჯამურ შესწორებას;

$$\Sigma \Delta h = (5 - K) \Sigma h. \quad (7.6.9.18)$$

4. ჭოგრის სამიზნე ღერძისა და კონტაქტური თარაზოს ღერძის თარაზულ მდგომარეობაში დაყენებისას სასიმაღლო შტრიხი უნდა შეუთავსდეს ძაფთა ბადის შუა სამიზნე II შტრიხს.

შემოწმება სრულდება 100—150 მეტრზე ურთიერთისაგან დაშორებულ წერტილთა შორის ორმაგი გეომეტრიული ნიველობით. ორივე წერტილიდან ლარტყას ვუმოზნებთ სამიზნე (შუა) ძაფს ინსტრუმენტის i_1 და i_2 სიმაღლეზე და ვიღებთ სასიმაღლო ძაფით a_1 და a_2 ანათვლებს. ვსაზღვრავთ შეცდომას:

$$x = \frac{a_1 + a_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2} \quad (7.6.9.19)$$

თუ x გამოვიდა ± 2 მმ მეტი, ცილინდრული თარაზოს მიკრომეტრული ხრახნით დაყენებთ სამიზნე (შუა) ძაფს $a_2' = a_2 - x$ ანათვალზე და იმავე თარაზოს შემასწორებელი ხრახნებით ბუშტულას ვაყენებთ ამპულას შუაში. ტექნიკური მაჩვენებლები იხილეთ (7.6.9.1) ცხრილში:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ni-030 უწვრ. სახელობო რეკვ.	$\frac{25 \times}{1^{\circ} 30'}$			4"	1,5	30"	8'	-	-	-	1'	± 3-1	100	$\frac{1,9}{4,5}$
Ni-B1 უწვრ	$\frac{28 \times}{1^{\circ} 20'}$	40	100 3. სიგრძე	4"	1,2	25"	6'	-	-	-	1'	± 3-1	100	$\frac{2,1}{4,2}$
117E-46 სსრკ	$\frac{31,4 \times}{1^{\circ}}$	35	314		3	23"							100	$\frac{3,0}{4,0}$
HC-2 სსრკ	$\frac{31 \times}{1^{\circ}}$	34	314			30"	7-13'						100	
HCM-2 სსრკ	$\frac{30,8 \times}{1^{\circ} 20'}$	34	250		3	-	8'	± 8'	± 2'	-	-	9-1	100	$\frac{2,2}{3,0}$
H3K-1 სსრკ	$\frac{30 \times}{1^{\circ} 20'}$	40	250		2	-	10'	± 15'	± 1"	-	-	± 3-4	100	$\frac{2,4}{4,5}$
117-3 სსრკ	$\frac{30,7 \times}{1^{\circ} 15'}$	40	252	4" 5	2	30"	7-15'	± 30- რეკვ დახვს ± 30'	-	-		± 50	100	$\frac{2,1}{4,0}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ზუსტი ნეელორები (III და IV კლასის ნეელობათებს)														
საბრუნველი გდრ (კარლ ტეისი)	45x 1°	45	270			10"				0,1	—		100	4,8 4,5
HI სსრკ	31x 1°				3	17—25"							100	
Koni-025 გდრ (კარლ ტეისი)	20x 1°40'	80	190 პ. სივრძე	3" 5	1,5	—	8'	± 10'	± 0',5	—	—	± 2—3	100	1,7 5,1
Koni-007 გდრ (კარლ ტეისი)	31,5x 1°20'	40	—	3" 5	2,2	—	8'	± 10'	± 0',5	0,05	1'	± 2—3	100	4,4 5,5
HI-5 ურს (MOM)	28—32x 1° 20'	45	272 პ. სივრძე	3"	3,0	—	8'	± 8'	± 0",4	0,05	1'	± 2	100	2,3 5,1

მაღალი სიზუსტის ნეელორები (I და II კლასის ნეელობათებს)

HI ქსსრკ	45x 50'			2" 6	4,2	4"08 მილი- მეტრზე	2'	—	—	0,05	—	± 0,5	100	6,9 6,5
NI-004 გდრ (კარლ ტეისი)	44x 1°	56	873 პ. სივრძე	2" 0	3,0	4"08 მილი- მეტრზე	2'	—	—	0,05	—	± 0,4	100	6,1 6,4
NI-1 ურს (MOM)	40,32,24x 1° 04',5	65	305	2,5—3" 0	2,5	10"2 მილი- მეტრი	2'	—	—	0,05	—	± 0,3	100	4,2 5,2

7. 6. 10. ნიველირების ლაბორატორიული და სახელე
გამოკვლევები

ა. კონსტანტი თარაზოს ბუშულის ბოლომის კონსტანტის სახელე
კვლევაში შედეგის განსაზღვრა

ეს გამოკვლევა სრულდება ლაბორატორიულად—ეგზამინატორზე და ველ-ზე ლარტის გამოყენებით.

ა. ეგზამინატორის გამოყენების ხერხი (სქემა 1 და 2)

სათანადოდ შემზადებულ ეგზამინატორზე პირდაპირი სვლა (მისი მიკრო-მეტრული ხრახნის ჩახრახნა-ამოხრახნა) და უკუსვლა (ხრახნის ამოხრახნა-ჩა-ხრახნა) წარმოადგენს ერთ ილეთს. ასეთი ილეთი უნდა შესრულდეს ხეთი. პირველი ილეთის პირდაპირი სვლისათვის ეგზამინატორზე დაყენებული ნივე-ლირის გამოსაცდელი თარაზოს ბუშტულის ცენტრს აყენებენ დაახლოებით ამჟულის ნულპუნქტზე ელევაციური ან ამწევი ხრახნით. შემდეგ ეგზამინატო-რის მიკრომეტრული ხრახნის ჩახრახნით ახდენენ ბუშტულის ზუსტებას. ამ დროს ხსენებული ხრახნი შეიძლება იყოს ნებისმიერ ანათვალზე. 5—10 სე-კუნდის შემდეგ მიკროხრახნით განმეორებით ახდენენ ბუშტულის ბოლოებზე კონტაქტის ზუსტებას და მის წრედზე იღებენ ანათვალს. აღნიშნული ხრახ-ნის ჩახრახნით გადაადგილებენ, ანუ არღევენ, ბუშტულის ბოლოების კონტაქტს 5—10 დანაყოფით და ისევ ამოხრახნით ახდენენ ბუშტულის კონტაქტის ზუს-ტებას და ხრახნის ლიმბზე იღებენ ანათვალს. ბუშტულის ბოლოების კონ-ტაქტის დარღვევა-აღდგენა, ანუ ასეთი ჩახრახნა-ამოხრახნა და მის ლიმბზე ანათვლის აღება სრულდება ნახევარილეთში (პირდაპირი სვლის დროს) ათჯერ. იგივეს ვიმეორებთ პირველი ილეთის მეორე ნახევარში (უკუსვლით) ათჯერ, მხოლოდ ბუშტულის კონტაქტის ზუსტება ხდება მიკროხრახნის ამო-ხრახნა-ჩახრახნით. m'' თარაზოს ბუშტულის ბოლოების კონტაქტის საშუალო კვადრატულ შეცდომას ყოველი ნახევარი ილეთისათვის ანგარიშობენ ბესე-ლის (3. 3. 8. 2) ფორმულით:

$$m'' = \pm \sqrt{\frac{[v_1^2]}{n-1}}, \quad (7.6.10.1)$$

სადაც v_1 არის პირველ ნახევარილეთში ეგზამინატორის მიკრო ხრახნის წრედზე ყოველი ანათვლის გადახრა ნახევარი ილეთის ათი ანათვლის l_0 საშუალოდან;

$n = 10$ — ნახევარილეთში ანათვლების რაოდენობა.

კარგი თარაზოსა და გამოკვლევის ნორმალურად ჩატარების შემთხვევა-ში ყოველი ნახევარი ილეთის ანუ m'' და m'' ოდენობა უნდა იყოს $\pm 0'',20$ და $\pm 0'',35$ ფარგლებში.

m_m საბოლოო ოდენობას ანგარიშობენ ფორმულით:

$$m_m = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{p(q-i)}}; \quad (7.6.10.2)$$

სადაც $p = 5$ არის ილეთების რაოდენობა;

$q = 20$ — ერთ ილეთში ანათვლების რაოდენობა;

$i = 2$ — ილეთში ნახევარი ილეთების რაოდენობა.

m_{α} საშუალო კვადრატული შეცდომის ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 0''$,3. მაგალითი განხილულია (1) და (2) სქემაში.

ეგზემინატორის მიკროსრაზნის წრედის სკალას აქვს 180 დანაყოფი, მისი ერთი დანაყოფის τ საფასური 1" ტოლია.

სქემა 7.6-10-1.

დაშვებები მურუსიძე ი. ნიკელირი III № 8972, 15 მაისი, 1974 წ. I ილეთის დაწ. უბისაბ $l_1 = \pm 25''$,2; ხოლოს $l_2 = \pm 25''$,4; ხუშტულის ხიგრძეა 72,4 მმ.

№№ რიგზე	ხრაზნის სკალაზე ანაყოფალი			ხრაზნის სკალაზე ანაყოფალი	v_{II}	v_{II}^2
	პირდაპირი სკალა (I ნახ. ილეთი) : ჩახრაზნა-ამოხრაზნა			უკუსვლა (II ნახევარი ილეთი) : ამოხრაზნა-ჩახრაზნა		
1	26,2	+0,45	0,2025	25,5	+0,09	0,0081
2	25,6	-0,15	225	25,4	-0,01	1
3	25,9	+0,15	225	25,4	-0,01	1
4	25,5	-0,25	625	25,2	-0,21	441
5	25,7	-0,05	25	25,8	+0,39	1521
6	25,8	+0,05	25	25,0	-0,41	1681
7	25,7	-0,05	25	25,1	-0,31	961
8	25,8	+0,05	25	25,2	-0,21	441
9	25,6	-0,15	225	25,8	+0,39	1521
10	25,7	-0,05	25	25,7	+0,29	841
	$l_1 = 25,75$	$[v_1] = 0$	$[v_1^2] = 0,3450$	$l_2 = 25,41$	$[v_{II}] = 0$	$[v_{II}^2] = 0,7490$

(1) ფორმულით პირველი ნახევარი ილეთის $m_{\alpha}^I \approx 0''$,20, ხოლო მეორე ნახევარი ილეთის $m_{\alpha}^{II} \approx 0''$,29.

ანალოგიურად სრულდება დანარჩენი ოთხი ილეთი, რომლებიდანაც აქ ამოვიწერთ მათ შედეგებს. ხუთივე ილეთების შედეგები და საბოლოო გამოწვევები მოცემულია (2) სქემაში.

სქემა 7.6-10-2.

		ი ლ ე თ ე ბ ი					([შ ²])
		I	II	III	IV	V	
პირდაპირი სკალა	m_{α}^I	$\pm 0''$,20	$\pm 0''$,24	$\pm 0''$,25	$\pm 0''$,23	$\pm 0''$,27	
	$[v_1^2]$	0,3450	0,5180	0,5620	0,4767	0,6560	=2,5570
უკუსვლა	m_{α}^{II}	$\pm 0''$,29	$\pm 0''$,19	$\pm 0''$,21	$\pm 0''$,35	$\pm 0''$,32	
	$[v_{II}^2]$	0,7490	0,3650	0,3870	1,1025	0,9200	=3,5035
(2) ფორმულით $m_{\alpha} = \pm \sqrt{\frac{6,0605}{5(20-2)}} \approx \pm 0''$,26							

ბ. ლარტყის გამოყენების ხერხი (სქემა 3 და ცხრილი 1)

ამ შემთხვევაში იგულისხმება, რომ ნიველირის აქვს ელევაციური ხრახნი და ძაფთა ბადის თარაზული ძაფიდან ლარტყის მცირე ახლო შტრიხამდე მანძილის განსაზღვრისათვის დოლი სკალით, აგრეთვე გვაქვს სათანადო ლარტყა.

თარაზოს ღერძის დახრით გამოწვეული ბუშტულის ბოლოების არაზუსტი კონტაქტის (ამბულის ნულუნქტის მიმართ ბუშტულის არასწორი მდებარეობის) გამო ლარტყაზე ანათვლის $m_{\text{თ}}$ საშუალო კვადრატული შეცდომა გამოითვლება არაპირდაპირი ხერხით ანუ (3. 7. 6. 1) ფორმულის გამოყენებით (იხ. 3. 7. 6 პარაგრაფი):

$$m_{\text{თ}} = \pm \sqrt{m_{\text{ლ}}^2 - m_{\text{ვ}}^2} \quad (7.6.10.3)$$

სადაც $m_{\text{ლ}}$ არის ლარტყაზე დანამზერის ანუ ანათვლის აღების საშუალო კვადრატული შეცდომა, რომლის დამოუკიდებელი წყაროებია თარაზოს ღერძის დახრისა და კოგრის ლარტყაზე დამიზნების შეცდომა;

$m_{\text{ვ}}$ — ლარტყაზე კოგრის არაზუსტად დამიზნების (ძაფთაბადის ბისექტორის ლარტყის შტრიხზე ან აგურაებზე არაზუსტი დამიზნების) გამო ლარტყაზე ანათვლის საშუალო კვადრატული შეცდომა.

ელევაციური ხრახნით ახდენენ თარაზოს ბუშტულის კონტაქტს ზუსტად და დოლის ბრუნვით 50 მეტრზე შეეუღალ დამაგრებულ ლარტყის სკალის ახლო შტრიხზე ძაფთა ბადის ბისექტორის დამიზნების შესაბამისად დოლზე იღებენ ანათვალს ათჯერ (იხილეთ სქემის 1. 2,3, 4 სვეტი). ამ ანათვლების უაღბათეს შეცდომათა ბესელის (2) ფორმულაში ჩასმით ისაზღვრება $m_{\text{ვ}}$ დამიზნების საშუალო კვადრატული შეცდომა. ასევე ათჯერ ვიღებთ ანათვალს დოლზე (იხილეთ სქემის 1, 5, 6, 7, სვეტ.). ხოლო ძაფთა ბადის ბისექტორის ლარტყის სკალის შტრიხზე ყოველი დამიზნების წინ ახდენენ დოლის შებრუნებას 90°-ით. აქაც ბესელის ფორმულით ისაზღვრება $m_{\text{ლ}}$ ხედვის საშუალო კვადრატული შეცდომა. ორივე სიდიდის (3) ტოლობაში ჩასმით გამოითვლება $m_{\text{თ}}$, რაც ერთ სრულ იღეთს ნიშნავს. ასეთი იღეთი უნდა შესრულდეს ცხრაჯერ. ყოველი იღეთის წინ უნდა იცვლებოდეს ინსტრუმენტის პორიზონტი და გაიზომოს ჰაერის ტემპერატურა.

ბუშტულის კონტაქტი და ბისექტორის ლარტყის შტრიხზე დამიზნება შეიძლება მოხდეს ხრახნების როგორც ჩახრახნით, ისე ამოხრახნით.

ს ქ ე მ ა 7.6.10.3

ნიველირი HI № 8972, 25 მაისი, 1974 წ.
 დაშვარვებლება მურხიძე ა., კობია ტ., შენგელია ლ.
 $t = 14^{\circ}20'$; $d = 50\text{მ}$, ბუშტულის სიგრძე 73,1 მ.

№ № როგზე	დოლზე ანათვლები	v_1	v_1^2	დოლზე ანათვლები	v_{II}	v_{II}^2
1	2	3	4	5	6	7
1	49,3	+0,97	0,9409	46,2	-2,38	5,6644
2	48,4	+0,97	0,0049	51,3	+0,72	0,5184

1	2	3	4	5	6	7
3	48.3	-1.03	0.0009	49.6	-0.93	0.9604
4	47.1	-0.44	0.1849	51.1	+0.52	0.2704
5	48.0	-0.33	0.1089	51.4	+0.82	0.6724
6	49.2	+0.87	0.7569	52.1	+1.42	2.0164
7	49.3	+0.97	0.9409	51.3	+0.72	0.5184
8	48.7	+0.37	0.1369	50.6	+0.02	0.0004
9	47.2	-1.13	1.3769	49.2	-1.35	1.9044
10	47.0	-1.33	1.7689	51.1	-0.52	0.2704

$$J_I = 46,33 \quad | \quad [v_I] = 0 \quad | \quad [v_I^2] = 6,2210 \quad | \quad J_{II} = 50,58 \quad | \quad [v_{II}] = 0 \quad | \quad [v_{II}^2] = 12,7960$$

I ნახ. ილეთით

II ნახ. ილეთით

$$m_{\sigma} = \pm \sqrt{\frac{6,2210}{9}} \approx \pm 0,83;$$

$$m_{\sigma} = \pm \sqrt{\frac{12,7960}{9}} \approx \pm 1,19.$$

ერთი ილეთის შესაბამისად (3) ტოლობით $m_{\sigma} = \pm \sqrt{(1919)^2 - (0,83)^2} = \pm 0,86$ დოლის სკალის დანაყოფს.

ცხრა ილეთის შედეგები მოყვანილია ქვემოთ ცხრილში.

ცხრილი 7.6.10.1

ილეთები	ჰაერის ტემპერატურა, °C	ბუშტულის სიგრძე, მმ	მკონტ.
I	14°,2C	73,1	±0,86 დან
II	14,4	73,2	0,86
III	14,9	73,3	0,84
IV	20,2	74,2	0,88
V	21,4	74,3	0,90
VI	22,5	74,2	0,90
VII	25,6	73,0	0,91
VIII	26,0	73,4	0,92
IX	26,8	73,2	0,97

საშ. $\approx 0,89$ დან.

მაშასადამე, საშუალო $m_{\sigma} = \pm 0,89$ დანაყოფს ანუ

$$m_{\sigma, \text{საშ.}} = \pm \frac{0,89 \cdot 0,05 \text{ მმ} \cdot 206265''}{50\ 000 \text{ მმ}} \approx \pm 0'',18.$$

R. ჰრტაელი კარალულური ფირფიტის დამზადები მეთაქნივის დოლის ლიშაის ერთი დანაყოფის საშხსარის განსაზღვრა და მეთაქნივის მუშაობის ხარისხის გაშკაშვლა

განხილადი საშუალო სრულდება ლაბორატორიაში ან ველზე.

a. ლაბორატორიული ხერხი (სქემა მე-4 და ცხრილი მე-2)

ამზადებენ 30—40 შტრიხიან წარწერის მქონე სპეციალურ სკალას (სქემა მე-2 სექტი). სკალის შტრიხების სისქე უნდა იყოს 0,1 მმ, ხოლო მათ ღერძებს შორის მანძილი 0,7—0,8 მმ. მაშასადამე, სკალის სიგრძე დაახლოებით იქნება 30—40 მმ. ასეთ სკალას გამოკვლევის დაწყებამდე უქეთებენ ინსტრუ-

მენტალური მიკროსკოპით კომპარირებას და მის შტრიხებს შორის b_i ინტერვალებს საზღვრავენ არა უმეტეს 0,007 მმ შეცდომით (სქემის მე-8 სვეტი). ზემოხსენებულ სკალას ამაგრებენ თარაზოთი მომწესობაში მოყვანილ ზედადგარს და მტკიცე საფუძველზე მისგან 7—10 მეტრის მანძილზე აყენებენ გამოსაკვლევი ნივლირის. საჭიროა შესრულდეს ექვსი ილეთი. ყოველი ილეთი მოიცავს პირდაპირ (ჩახრახნით) და უკუ (ამოხრახნით) სვლას (სქემის მე-2 და მე-3 სვეტი). ელევაციური ხრახნით ზუსტად ვასრულებთ თარაზოს ბუშტულობის ბოლოების კონტაქტს და დოლის ჩახრახნით თანამიმდევრობით ბისექტორს ზუსტად ვუმიზნებთ სკალის 7—8 შტრიხს და ყოველ ჯერზე ვიწვრთ შტრიხის ნომერს (სქემის მე-2 სვეტი) და დოლზე ანათვალს დანაყოფის 0,1 შეცდომის დაშვებით (სქემის მე-3 სვეტი). ამ დროს დოლი შეასრულებს თითქმის მთელ ბრუნვას. მეორე ნახევარილეთში სრულდება უკუსვლა დოლის ამოხრახნით ბისექტორის იმავე შტრიხებზე დამიზნებით (სქემის მე-4 სვეტი). ილეთის საწყისსა და ბოლოს იზომება ჰაერის ტემპერატურა. ისაზღვრება წინა და უკუსვლის (ილეთის) საშუალო (სქემის მე-5 სვეტი) და სხვაობა (სქემის მე-6 სვეტი). შემდეგ ისაზღვრება (სქემის მე-7 სვეტი) ყოველი ინტერვალის ოდენობა დოლის a_i დანაყოფებში სქემის (5) სვეტის გამოყენებით. ისაზღვრება დოლის დანაყოფის საფასური მილიმეტრებში სქემის (8) და (7) სვეტის მონაცემთა გაყოფით ანუ $b_i : a_i$. ბოლოს კი ისაზღვრება საფასურთა საშუალო ანუ ერთი ილეთის შესაბამისად დადგენილი დოლის ერთი დანაყოფის საფასური მილიმეტრებში (სქემის (9) სვეტის ჩანაწერთა საშუალო). როგორც თქვა, ასეთი საშუალოები იქნება ექვსი, რომელთა საშუალო იქნება დოლის სხვადასხვა ნაწილების შესაბამისად ექვსი ილეთის შედეგად განსაზღვრული დოლის ერთი დანაყოფის საფასური მილიმეტრებში

ს ქ ე შ ა 7-6-10-4

ნიველარი № 11 № 8972, 1975 წ. 20 აგვისტო

დამკვირვებელია ლევანე ლ., მურხიძე ე. კერებელია ე. მანძილი 10 მ.

• ჯვრის საწყ. $t_1 = 22^{\circ},4C$, ბოლოს $t_2 = 22^{\circ},8C$

ილეთის №	სკალის შტრიხებზე წარწერები	დოლზე ანათვლები			ჩახრახნის და ამოხრახნის ანათვალთა სხვაობა	სკალის შტრიხებს შორის ინტერვალები		დოლის ერთი დანაყოფის საფასური, $b_i : a_i$ (მმ)
		ჩახრახნის დროს \downarrow	ამოხრახნის დროს \uparrow	საშუალო		დოლის დანაყოფში, a_i	კომპარირების შედეგთა მიხედვით, b_i (მმ)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	18,4	2,8	2,8	2,8	0,0	14,05	0,728	0,0519
	19,3	17,0	16,7	16,85	+0,3	14,35	0,728	0,0507
	19,2	31,6	30,8	31,20	+0,4	14,80	0,735	0,0497
	19,1	46,3	45,7	46,00	+0,6	14,85	0,730	0,0492
	19,0	61,0	60,7	60,85	+0,8	14,70	0,718	0,0489
	18,9	76,8	76,3	75,55	+0,5	14,70	0,750	0,0510
	18,8	90,4	90,1	90,25	+0,4	14,10	0,722	0,0512
	18,7	104,4	104,3	104,35	+0,1			

საშ. +0,8625

საშ. 0,0504.

(4) სქემის მიხედვით ერთი ილეთით განსაზღვრული დოლის ერთი დანაყოფის საფასურია 0,0504 მმ. დანარჩენი ხუთი ილეთი ანალოგიურად არის შესრულებული.

დოლის სხვადასხვა ნაწილების შესაბამისად ექვსი ილეთის შედეგად განსაზღვრული დოლის ერთი დანაყოფის საფასურია (იხ. ცხრილი 2):

ცხრილი 7.6.10.2

დოლის ნაწილები	დანაყოფის საფასურები (მმ)	გადატრები, ყ (მმ)
0—18	0,0504	+0,0001
18—36	0,0492	-0,0011
36—54	0,0491	-0,0012
54—72	0,0498	-0,0005
72—90	0,0510	+0,0007
90—105	0,0523	+0,0020

ექვსი ილეთის საშ. 0,0503 მმ.

[ყ]=0.

თუ ცალკეული ილეთის შესაბამისი საფასური განსხვავდება ექვსი ილეთის საშუალოდან 0,0025 მმ მეტით, საჭირო იქნება მიემართოთ სახელოსნოს. (2) ცხრილის მონაცემები მოთხოვნილ პირობას აკმაყოფილებს.

ბ რ ტ ყ ე ლ ი პ ა რ ა ლ ე ლ უ რ ი ფ ი რ ფ ი ტ ი ს დ ა მ ხ რ ე ლ ი მ ე ქ ე ა ნ ი ზ მ ი ს მ უ შ ა ო ბ ი ს ხ ა რ ი ს ხ ი ს დ ა დ გ ე ნ ი ს ა თ ე ი ს სა ზ ღ რ ა ვ ე ნ ს ქ ე მ ი ს (6) ს ე ვ ე ტ ი ს ჩ ა ნ ა წ ე რ თ ა ა ლ გ ე ბ რ უ ლ ი ჯ ა მ ი ს სა შ უ ა ლ ო ა რ ი თ მ ე ტ ი კ ე უ ლ ა ყ ვ ე ლ ა ი ლ ე თ ი ს ა თ ე ი ს დ ა თ უ მ ი ლ ე ბ უ ლ ი ო დ ე ნ ო ბ ა ა რ გ ა დ ა ს ც ი ლ დ ა დ ო ლ ი ს ს კ ა ლ ი ს ე რ თ ი დ ა ნ ა ყ ო ფ ი ს სა ფ ა ს უ რ ს, ნ ი ე ვ ლ ო ბ ი ს წ ა რ მ ო ე ლ ი ს დ რ ო ს შ ე გ ვ ი ძ ლ ი ა ვ ა ბ რ უ ნ ო თ დ ო ლ ი ნ ე ბ ი ს მ ი ე რ ი მ ი მ ა რ თ უ ლ ე ბ ი თ (ს უ ლ ჩ ა ხ რ ა ხ ნ ი თ ან ს უ ლ ა მ ო - ხ რ ა ხ ნ ი თ). მ ა გ ა ლ ი თ ა დ, ს ქ ე მ ი ს (6) ს ე ვ ე ტ ი ს მ ი ხ ე დ ვ ი თ გ ა ნ ხ ი ლ ა დ მ ა გ ა ლ ი თ შ ი ე რ - თ ი ი ლ ე თ ი ს ს ხ ვ ა ო ბ ა თ ა სა შ უ ა ლ ო ა 0,3625 დ ო ლ ი ს დ ა ნ ა ყ ო ფ ი, ან უ 0.3625.0,05 ≈ 0,018 მმ, ე. ი. შედეგი დამაკმაყოფილებელია.

ბ. სა ე ე ლ ე გ ა მ ო კ ე ლ ე ვ ა (ს ქ ე მ ა მ ე - 5 დ ა მ ე - 6)

ამ შემთხვევაში საჭიროა დამზადდეს 8—10 დანაყოფის მქონე წარწერებთან სკალა 1 მმ სისქის შტრიხებით, რომელთა ღერძებს შორის მანძილი უნდა იყოს 4 მმ. გამოკვლევის დაწყებამდე და დამთავრების შემდეგ ამ სკალას უკეთებენ კომპარირებას საკონტროლო (ყენევის) სახაზავით (სქემის მე-7 სვეტი). კომპარირებით შტრიხების ღერძებს შორის ინტერვალი უნდა განისაზღვროს არა უმეტეს $\pm 0,05$ მმ შეცდომით.

კომპარირებულ სკალას ამაგრებენ სანიველო ლარტყაზე. ასეთ ლარტყას თანამიმდევრობით აყენებენ ნიველირიდან 30—50—70 მეტრზე დამაგრებულ ომბოზოზე. ყოველი მანძილისათვის სრულდება 8 ილეთი. თითო ილეთია სკალის ყოველი დანაყოფის ორივე შტრიხზე (სქემის მე-2 სვეტი.) კოგრის მიზნების დროს დოლის ჩაბრაზნა და ამოხრაზნის შესაბამისი ანათვლის აღება (სქემის მე-3, მე-4 სვეტი). ცხადია, ამ დროს ელევაციური ხრაზნით ნიველირი მომწესობაშია. საერთოდ, ყოველ ორ ილეთს შორის სკალას მტირედ გადაადგილებენ. ყოველი მანძილისათვის საწყისში და ბოლოში ნიველირის ახლოს იღებენ ტემპერატურას. ისაზღვრება ყოველი ილეთის ჩაბრაზნა-ამოხრაზნის საშუალო (სქემის მე-5 სვეტი) და მათი სხვაობა ანუ სკალის შტრიხებს შორის ინტერვალები დოლის დანაყოფებში (სქემის 6 სვეტი.). სქემის მე-7 და მე-6 სვეტის ჩანაწერთა გაყოფით კი ისაზღვრება დოლის ერთი დანაყოფის საფასური (სქემის მე-8 სვეტი). ყოველი მანძილისათვის ისაზღვრება რვა

ილეთის შედეგთა საშუალო. ბოლოს ისაზღვრება სამივე მანძილისთვის გა-
მოთვლილ საშუალოთა საშუალო. სასურველია, გამოკვლევები შეეასრულოთ
ჰაერის იმ ტემპერატურისათვის, რომელსაც ექნება ადგილი მომავალი წივე-
ლობის დროს.

სკემა 7.6.10.5

წველიაო II ნ 8874. წველიაოიდან ლარტუამდე მანძილია 50 მ.
დაშკვარვებელი იფრემოვო კ. სანა = + 7°, მ; ჰოლ = + 8°. 1973 წ. 7 მაისი

ილეთების №№	სკალის შტრიხების №№	დოლზე ანათვლები			სკალის შტრიხებს შო- რის ინტერვალები		დოლის დანაყოფის საფასური (მ)
		ჩანჩახნის დროს	ამოჩახ- ნის დროს	საშუალო	დოლის დანაყო- ფებში	კომპარირე- ბით (მ)	
1	2	3	4	5	6	7	8
I	11 10	6,2 84,0	4,2 85,7	5,20 84,85	79,66	4,010	0,0503
II	11 10	5,0 84,1	3,8 83,8	4,40 83,95	79,55	4,010	0,0504
III	12 11	12,8 91,9	11,6 94,0	12,20 92,45	80,25	4,018	0,0501
IV	12 11	14,3 94,4	14,2 95,0	14,25 94,70	80,45	4,018	0,0499
V	14 13	5,1 85,7	4,4 84,8	4,75 85,25	80,50	3,982	0,0498
VI	14 13	4,9 85,8	5,7 86,2	5,30 86,00	80,70	3,982	0,0493
VII	16 15	9,6 88,4	8,7 88,6	9,15 88,50	79,35	3,987	0,0502
VIII	16 15	11,5 89,2	9,8 89,6	10,65 89,40	78,75	3,987	0,0504

ს.შ. 0,0500

ანალოგიურად სრულდება 30 და 70 მ მანძილებზე დოლის საფასურის
განსაზღვრა. სამივე მანძილის შედეგთა მიხედვით ადგენენ (6) სკემას.

სკემა 7.6.10.6

თ ა რ ი დ ი	ჰაერის ტემპერატურა, °	დოლის დანაყოფის საფასური (მ)		
		მანძილებზე (მ)		
		30	50	70
7 მაისი	8	0,0496	0,0500	0,0502
2 ივნისი	19	488	485	495
7 ივლისი	28	498	494	486

საშუალო 0,0494

(6)სკემაში მოცემული მანძილების ან ტემპერატურის სხვადასხვა ოდენობების შესაბამისი დოლის საფასურების ოდენობები თუ განსხვავდება დოლის

საბოლოო საშუალოდან (0,0494 მმ) 0,0025 მმ მეტი ოდენობით, საკურო იქნება მივმართოთ ქარხანას.

როგორც ლაბორატორიული, ისე საველე გამოკვლევა სრულდება სრული მოცულობით მხოლოდ ლაბორატორიაში. ჩვეულებრივ, მენიველებმა აწარმოებენ განხილად გამოკვლევას 30 და 50 მეტრ მანძილზე.

მაღალი სიზუსტის ნიველირებით საველე სამუშაოების დროს კმაყოფილდებიან მხოლოდ 50 მეტრი მანძილის : შესაბამისად დოლის საფასურის დადგენით.

C. მანძილშოვნის სამანძილო ძაფების ანიმეტრიისა და სამანძილო კომუნიციების გამოკვლევა (სქემა მე-7).

შეარჩევენ შედარებით ვაკე ადგილს და საწყისი A_0 წერტილიდან სასურველი მიმართებით ფოლადის ბაფთით ან რულეტით წინ და უკან ზუსტად გაზომვენ 50 მეტრ მანძილს. ამ მანძილის ბოლო წერტილში ჩასობენ ურთიერთგვერდით ორ № 1 და № 2 პალოს ისე, რომ ერთის საბარჯენი (პალოს თავი) დაბალი იყოს მეორისაზე 15—20 სანტიმეტრით. A_1 წერტილზე აყენებენ განხილად ნიველირს და დაბალ № 1 პალოზე (შეიძლება № 2 მაღალზე) შვეულად დააყენებენ ლარტყას (ნულით ქვემოთ, თუ კოგრი შებრუნებით გამოსახულებას იძლევა, ხოლო ნულით ზევით—წინააღმდეგ შემთხვევაში). ნიველირი მოგვეყვას მომწესობაში, ანუ როცა თარაზოს ბუშტულას კონტაქტია მიღწეული, ვიღებთ ზ, შ, ქ, ანუ შესაბამისად ზ ე დ ა, შ უ ა და ქ ვ ე დ ა ძაფით ლარტყაზე ანათვალს (სქ. მე-3 სვეტი). ანალოგიურ მოქმედებას ვიმეორებთ ოთხჯერ, რისთვისაც ყოველი ანათვლის აღების წინ ვახდენთ თარაზოს ბუშტულის 3—4 დანაყოფით კოგრის ოკულარისაკენ (ორჯერ) და ობიექტივისაკენ (ორჯერ) გადაადგილებას (სქ. მე-2 სვეტი). შემდეგ ლარტყას ვდგამთ № 2 (მაღალ) პალოზე და ყოველივეს ვიმეორებთ (შეიძლება ნაცვლად ორი პალოსა შეგვეცვალა ინსტრუმენტის ჰორიზონტი, მაშინ სქემის 1-ლ სვეტში გვექნებოდა I და II ჰორიზონტი № 1 და № 2 პალოს ნაცვლად). მიღებული მასალის გამოყენებით სამანძილო ძაფების a_0 ასიმეტრია გამოითვლება ტოლობით:

$$a_0 = (\text{შ} - \text{ზ}) - (\text{ქ} - \text{შ}), \quad (7.6.10.4)$$

სადაც ნაგულისხმებია, რომ კოგრით ხილული ლარტყის ზრდადი წარწერები ზემოდან ქვევით იზრდება. ნიველირიდან ლარტყამდე 50 მეტრ მანძილზე a_0 საშუალო ოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს $\pm 1,4$ მმ. სქემის მე-6 სვეტის მიხედვით საშუალო a_0 ტოლია — 1,50 მმ, რაც იმას მიგვითითებს, რომ განხილადი ნიველირით l ანათვლად (7) ტოლობაში მივიღოთ მე-4 სვეტში განსაზღვრული $\frac{\text{ზ} + \text{ქ}}{2} = 2948$ ნახევარმილიმეტრი და არა $\text{შ} = 2947$ ნახ. მმ

ანათვალი. როგორც ცნობილია, სამანძილო ფორმულებში C წარმოადგენს განყენებულ რიცხვს და იგი დაახლოებით უდრის 100, ხოლო K არის სახელ-

დებული რიცხვი და მისი ოდენობა დაახლოებით ტოლია 1 მ. გამოკვლევების დროს უფრო ახდენენ C გამოკვლევას (7. 3. 2. 23) ტოლობის შესაბამისად:

$$C = \frac{L_0 + c}{l} \quad (7.6.10.5)$$

სადაც L_0 არის ნიველირიდან ლარტყამდე პორიზონტული მანძილი;

l — ბაზისი ანუ ქვემო და ზემო სამანძილო ძაფებს შორის ანათელათა სხვაობა;

c — მანძილზომის მუდმივი ($c = F + \delta$), რომლის ოდენობა შიგათოკუსთგაწყობიან ქოგრებში უმთავრესად ტოლია ნულის, მაშასადამე. ამ შემთხვევაში

$$C = \frac{L_0}{l}. \quad (7.6.10.6)$$

მაგალითად, HB № 9874 ნიველირში $c = 350$ მმ. ვ. კოროლიოვის გამოკვლევით $L_0 = 50$ მ. მანძილზე ბაზისის უაღბათესი სიდიდე $l = 998,5$ ნახევარმილიმეტრს ანუ $l = 499,25$ მმ (სქ. მე-7 სვ.). მაშასადამე, (5) ტოლობით

$$C = \frac{(50000 \text{ მმ} - 350 \text{ მმ})}{499,25} = 99,4.$$

C სიდიდის m_C საშუალო კვადრატული შეცდომის დადგენისათვის საჭიროა პირველ რიგში გამოვითვალოთ l ბაზისის დადგენის m_l საშუალო კვადრატული შეცდომა ფორმულით:

$$m_l = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} \quad (7.6.10.7)$$

და შემდეგ

$$m_C = \pm \frac{L_0 - c}{l^2} m_l. \quad (7.6.10.8)$$

სადაც v_i არის l_i ბაზისის უაღბათესი შეცდომები ანუ ყოველი $l = (j - i)$ ანათელის გადახრას l საშუალოდან (სქ. მე-8 სვეტი),

$n = 10$ — გაზომვათა რაოდენობა.

განხილავი მაგალითისათვის სქემის მე-9 სვეტში $[v^2] = 18,5$; (7) ტოლობით

$$m_l = \pm \sqrt{\frac{18,5}{9}} = \pm 1,4 \text{ ნახ. მმ} = \pm 0,7 \text{ მმ},$$

ხოლო (8) ტოლობით

$$m_C = \frac{(50000 - 350) 0,7}{(499)^2} = \pm 0,14.$$

ნორმებით მიღებულია, რომ C სიდიდის m_C საშუალო კვადრატული შეცდომა უნდა იყოს C ოდენობის 0,6%-ზე ნაკლები. მაშასადამე, თუ მივიღებთ, რომ $C \approx 100$, მისი m_C დასაშვებია 0,6. ჩვენ კი მივიღეთ $\pm 0,14$. ეს კი იქნება განსაზღვრული $C = 99,4$ ოდენობის 0,14%.

ნიველირით სექციის სიგრძის განსაზღვრისათვის გამოიყენება ორი ტოლობა:

$$[L_0] = C \Sigma (l_j - l_n) + 2nc, \quad (7.6.10.9)$$

სადაც l_j და l_n არის, შესაბამისად, უკანა და წინა ლარტყაზე $l = (j - n)$ ოდენობები. როცა $c = 0$, მაშინ

$$[L_0] = C \Sigma (l_j - l_n). \quad (7.6.10.10)$$

სქემა 7.6.10.7

1973 წ. 5 იანვარი

$i = +14^{\circ},6$

ნიველირი III № 9874

ღარი 7 სმ 10 8

დამკვირვებელი ვ. კოროლიოვა

ლარტყის დასახელება	თარაზის ბუშტულოს ცენტრის მდებარეობა	ანაოლევი მდებარეობა, მ, კ	$\frac{b+j}{2}$	$\frac{b-n}{j-n}$	მ. ნახევარ პოლიეტრიკების	$l_j - l_n$ ნახევარ პოლიეტრიკების	ს უაღბლო-სი უსწორმართობე	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
პალო № 1	შუაში	2448 2947 3447	2947,5	499 500	-1	999	+0,5	0,25
	ოკულარისკენა გადაადგილებული	2442 2940 3439	2940	498 499	-1	997	-1,5	2,25
	ოკულარისკენა გადაადგილებული	2437 2935 3435	2936	498 500	-2	999	-0,5	0,25
	ობიექტივისკენა გადაადგილებული	2455 2954 3455	2956	499 501	-2	1000	+1,5	2,25
	ობიექტივისკენა გადაადგილებული	2466 2965 3465	2965,5	499 500	-1	999	+0,5	0,25
პალო № 2	შუაში	2012 2510 3001	2510	498 498	0	996	-2,5	6,25
	ოკულარისკენა გადაადგილებული	2003 2501 3001	2502	498 500	-2	998	-0,5	0,25
	ოკულარისკენა გადაადგილებული	1995 2493 2993	2494	498 500	-2	998	-0,5	0,25
	ობიექტივისკენა გადაადგილებული	2020 2519 3021	2520,5	499 502	-3	1001	+2,5	6,25
	ობიექტივისკენა გადაადგილებული	2027 2526 3026	2526,5	499 500	-1	999	+0,5	0,25

D. ნიველირის ელევაციური ხრახნის მუშაობის გამოკვლევა
ეგზამინატორით (სტეფა მე-8)

განხილადი გამოკვლევით არკვევენ: ელევაციური ხრახნი მდოვრეთ ხრის თუ არა სამიზნე ჭოვრს და არის თუ არა მნიშვნელოვანი განსხვავება ამ ხრახნის მუშაობაში ჩახრახნასა და ამოხრახნას შორის; აგრეთვე საზღვრევენ ელევაციური ხრახნის ერთი სრული ბრუნვისა და მისი ერთი დანაყოფის საფასურს.

აღნიშნული გამოკვლევა დაიწყება იმის შემდეგ, როცა დადგინდება, რომ თარაზოს ამპულას შიგა მუშა ზედაპირის სიმრულე არის უცვლელი.

განხილადი გამოკვლევის მოსამზადებელი სამუშაო სრულიად ანალოგიურია თარაზოს დანაყოფის საფასურის განსაზღვრისა (6. 4. 8 პარაგრაფი).

გამოკვლევა სრულდება ორ ილეთად: I ილეთის (წინა და უკუსვლის) შესრულებისას ეგზამინატორის შიმშაზე დადგმული ნიველირის ჭოვრის ობიექტები მიმართულია ეგზამინატორის მიკროხრახნისაკენ. ამ დროს (პირდაპირა სკლისათვის) ნიველირის ელევაციური ხრახნი ამოიხრახნება სრულად (სქემის 1-ლი სვეტი 0 ჩვენება), ხოლო ეგზამინატორის მიკროხრახნს აყენებენ მისი სკალის 10 ბრუნვის ახლო (სქემის მე-2 სვეტი 10^{პრ}) ანათვალზე. თარაზოს ბუშტულას აყენებენ ნიველირის ამწევი (დამყენებელი) ხრახნებით ამპულის შუაში ტლანქად და შემდეგ ბუშტულის კონტაქტს ახდენენ ეგზამინატორის მიკროხრახნით ზუსტად და იღებენ მის სკალაზე ანათვალს (სქემის მე-2 სვეტი 10^{პრ} 98.1). ელევაციურ ხრახნს ჩახრახნავენ ზუსტად ერთი სრული ბრუნვით (სქემის 1-ლი სვეტი 1-ლი ჩვენება). მიკროხრახნის ჩახრახნით თარაზოს ბუშტულას აბრუნებენ უკან ამპულის შუაში (ახდენენ ბოლოების კონტაქტს) და იღებენ მის სკალაზე ანათვალს (სქემის მე-2 სვეტი 11^{პრ} 42,8 ჩვენება). ასე გრძელდება მოქმედებები, სანამ ელევაციური ხრახნი სრულიად არ ჩაიხრახნება (ჩვეულებრივ, ელევაციურ ხრახნს აქვს 8—9 სრული ბრუნვის შესაძლებლობა). შემდეგ იწყება უკუსვლა, რისთვისაც ეგზამინატორის მიკროხრახნს ჩავხრახნით 10—30 დანაყოფით და შემდეგ ისევ ამოვხრახნით, ბუშტულას ვაყენებთ ამპულის შუაში ზუსტად და ვიღებთ ანათვალს მის სკალაზე (სქემის მე-4 სვეტი, 16^{პრ} 20,6 ჩვენება). უკუსვლის მოქმედებები პირდაპირი სკლის ანალოგიურად სრულდება, მხოლოდ როგორც ელევაციური, ისე მიკროხრახნი უნდა ვაბრუნოთ ამოხრახნით.

II ილეთი სრულდება I ილეთის ანალოგიურად, მხოლოდ რადგანაც ჭოვარი 180° არის შებრუნებული, პირდაპირი სკლის დროს ელევაციური ხრახნი ჩაიხრახნება (სქემის 1-ლი სვეტი) და მიკროხრახნი კი ამოიხრახნება (სქემის მე-6 სვეტი), ხოლო უკუსვლის დროს ელევაციური ხრახნი ამოიხრახნება და მიკროხრახნი ჩაიხრახნება (სქემის მე-8 სვეტი).

I და II ილეთის პირდაპირი და უკუსვლის შესაბამისად ელევაციური ხრახნის ყოველი სრული ბრუნვის τ_1 და τ_2 საფასურები მიკროხრახნების დანაყოფებში მოცემულია სქემის მე-3, 5, 7, მე-9 სვეტებში, ხოლო შესაბამისი ცალკეული საშუალოებია მე-10 და მე-11 სვეტებში, ჩანაწერთა საშუალოები კი, სქემის ქვემოთ, მე-10 და მე-11 სვეტებში (125^{პრ}, 5 და 125^{პრ}, 1). მათი საშუალო კი არის ელევაციური ხრახნის სრული ბრუნვის საშუალო საფასური τ , ე. ი. განხილად შემთხვევაში

$$\tau = \frac{125^{\text{პრ}}, 5 + 125^{\text{პრ}}, 1}{2} = 125^{\text{პრ}}, 3.$$

სკეპა 7.6.10.8

უზამბანტორის სკალის დანაყოფის რი=180, მისი ხაზსერი რ₁=1". დამკვერებელი ვ. კორნოლევი. 1973 წ. 28 მაისი.
ფეკლინი HS № 9874.

ფლუკტუორი გრანის ბრუნვათა რიცხვი	I ოლთი (ობტექტივი მიკროზონისკენაა)				II ოლთი (ოქულარი მიკროზონისკენაა)				საშუალო		რ ₁ სკაპ-წ ₁ სკაპ
	პირდაპირი სკლა		უქუსლა		პირდაპირი სკლა		უქუსლა		პირდაპირი სკლა	უქუს სკლა	
	რ ₁	ანათოლო მიკროზონის სკალაზე, †	რ ₁	ანათოლო მიკროზონის სკალაზე, †	რ ₂	ანათოლო მიკროზონის სკალაზე, †	რ ₂	ანათოლო მიკროზონის სკალაზე, †			
1	2	9	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	10 ^{ბრ} 98,1	124,7	10 ^{ბრ} 101,2	131,0	ფ ^{ბრ} 17,8	124,9	ფ ^{ბრ} 6,9	130,8	124 ^{ბრ} 8	130 ^{ბრ} 9	-6 ^{ბრ} 1
1	11 42,8	125,0	11 52,2	130,1	8 72,9	125,4	8 56,1	130,1	125,2	130,1	-4,9
3	11 167,8	124,1	11 02,3	124,2	7 127,5	124,4	7 108,0	125,0	124,2	124,6	-0,4
4	12 111,9	125,4	12 126,5	125,3	7 3,1	125,9	6 161,0	125,5	125,6	125,4	+0,2
4	18 57,3	125,7	13 71,8	125,6	6 57,2	125,2	6 35,5	126,6	125,4	126,1	-0,7
5	14 3,0	126,2	14 17,4	126,1	5 112,0	126,4	5 58,9	126,4	126,3	126,2	+0,1
6	15 129,2	126,4	14 143,5	119,0	4 165,6	127,1	4 142,5	118,8	126,8	119,4	+7,4
7	15 75,6	126,0	15 82,5	118,1	4 39,5	126,1	4 22,7	117,9	126,0	117,8	-8,2
8	16 21,6		16 20,6		3 92,4		3 83,1				
										სკაპ. 125 ^{ბრ} 5	125 ^{ბრ} 1

ელევაციური ხრახნის სკალის ერთი უმცირესი დანაყოფის საფასური კი იქნება

$$\mu = \frac{\tau}{n} = \frac{125',3}{10} = 12',53,$$

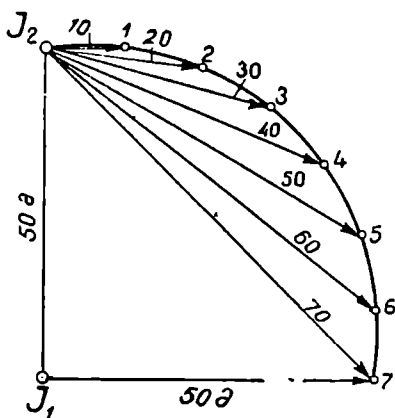
სადაც $n = 10$ არის ელევაციური ხრახნის დანაყოფთა რაოდენობა.

ელევაციური ხრახნის ჩახრახნისა და ამოხრახნის შესაბამისად ანათვლების მნიშვნელოვანი განსხვავება მაჩვენებელია იმისა, რომ ჰოგრის დამხრელი ზამბარაკები არ არის წესრიგში, რაც უნდა შესწორდეს. თუ ელევაციურა ხრახნის ბრუნვის საფასურის ოდენობა ჩახრახნისა და ამოხრახნის შესაბამისად (შუა ბრუნვებში) ურთიერთგანსხვავდება $10''$ -ზე მეტი ოდენობით, საჭიროა ყოველთვის ბუშტულის კონტაქტი მოხდეს ელევაციური ხრახნის ჩახრახნით.

ე. გამოკვლევადი ლინზის სკალის გამოკვლევა (სტ. 9)

განხილადი გამოკვლევა ზოგადად განხილულია 7. 6. 6 პარაგრაფში, საგანზე ჰოგრის ფოკუსთვაფუცობის დროს სამიზნე ღერძის ქცევის სახელწოდებით. იგი სრულდება სამ თვეში ერთჯერ, თუ არ წარმოიშვა რაიმე განსხვავებული მიზეზი.

გამოკვლევის მიზნით ღია ვაკე ადგილზე შევირჩევთ I_1 წერტილს, რომლიდანაც 50 მ რადიუსით შემოფერმთ წრეხაზის ნაწილს (ნახ. 1). ამ რკალზე დაინიშნება I_2 , 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 წერტილები ისე, რომ S მანძილები I_2 -დან 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 წერტილებამდე ქორდების შესაბამისად იყოს 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 მეტრი. ყველა წერტილზე დაასობენ პალოებს. ყოველ პალოს საბრჯენზე დაასობენ ლურსმანს, რომელთა თავები სფეროსებურად უნდა იყოს გახეხილი. ნიველირის I_1 და I_2 წერტილებში დაყენებისას შტატივის ფეხებს ქვეშ ასობენ პალოებს. გამოკვლევა უნდა შესრულდეს დრუბლიან დღეს (თარაზოს კბუშტულა დიდია). ნიველირი გამოაქვთ შენობიდან ველზე გამოკვლევის დაწყებამდე 2—3 საათით ადრე. გამოკვლევის დაწყებამდე ნიველირის გულდასმით დაათვალიერებენ და აღწევენ იმას, რომ Δx ანუ i თარაზოს ღერძსა და ჰოგრის სამიზნე ღერძს შორის კუთხე იყოს ახლო (7. 6. 7. 3 ფორმულა) ნულთან.



ნახ. 7.6.10-1.

ნიველირის აყენებენ I_1 წერტილზე და I_2 წერტილზე ფოკუსთვაფუცობის შემდეგ იღებენ ანათვლებს I_2 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (სქ. 1-ლი სვეტი) წერტილებზე შევეულად თანამიმდევრობით დაყენებულ ლარტყაზე, ცხადია, უცვლ-

ლი ფოკუსთგაწყობის (ნიველობა შუიდან) შესაბამისად (სქემის მე-2 სვეტი). ამით შესრულდა პირდაპირი სვლა ანუ პირველი ნახევარი პარველი ილეთისა. ანალოგიურად სრულდება უკუ სვლა ანუ მეორე ნახევარი პირველი ილეთისა (სქ. მე-3 სვ.). ასეთი ილეთი საჭიროა შესრულდეს სამი. ყოველი ახალი ილეთის დაწყებამდე ცვლიან ინსტრუმენტის პორიზონტს. ნიველირის გადაყენებენ I_2 წერტილზე და ყოველივეს 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 წერტილების მიმართ იმეორებენ ზემოთ აღწერილი წესით, ე. ი. ყოველ ილეთში ჯერ პირდაპირი და შემდეგ უკუ სვლა. ცხადია, აქ ყოველი წერტილას შესაბამისად უნდა მოხდეს ჰოგრის საგანზე ფოკუსთგაწყობა (ნიველობა წინ).

საველე მასალის ანუ სქემის მე-2, 3, 4, 5, 6, მე-7 სვეტების დამუშავება ხდება შემდეგნაირად:

1. საზღვრავენ I_1 წერტილიდან I_2 , 1-ლი, 2, 3, 4, 5, 6, მე-7 წერტილებზე ექვს-ექვსი ანათვლის საშუალოებს ლარტყის დანაყოფებში (სქ. მე-8 სვეტი).

2. მიღებული საშუალოებით საზღვრავენ I_2 წერტილის მიმართ 1-ლ. 2, 3, 4, 5, 6, მე-7 წერტილების h_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$) აღმატებებს ლარტყის დანაყოფებში (სქ. მე-9 სვეტი);

3. მიღებულ აღმატებებს გამოსახვენ მილიმეტრებში, რისთვისაც მათ ამრავლებენ ლარტყის ერთ საფასურზე (50 მმ) (სქემ. მე-10 სვ. ცხადია, რომ ეს აღმატებები იქნება ზუსტი ოდენობები, რადგანაც ისინი განსაზღვრულია შუიდან ნიველობით, ანუ ფოკუსთგაწყობის ცვლის გარეშე);

4. საზღვრავენ I_2 წერტილიდან 1-ლ 2, 3, 4, 5, 6, მე-7 წერტილებზე ექვს-ექვსი ანათვლის საშუალოებს ლარტყის დანაყოფებში (სქ. მე-8 სვ.);

5. ამ საშუალოებს გამოსახვენ მილიმეტრებში, რისთვისაც მათ ამრავლებენ 50 მმ (სქ. მე-9 სვ.). ეს ანათვლები მიღებულია წინ ნიველობის ხერხით (ფოკუსთგაწყობის ცვლის შესაბამისად) და მათ, შესაბამისად, აღნიშნავენ $m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6, m_7$ სიმბოლოებით (სქ. მე-9 სვ.);

6. საზღვრავენ I_2 წერტილში ინსტრუმენტის H_i პორიზონტს ყოველი წერტილის h_i (ზუსტი) აღმატებისა და m_i ანათვლის (საექვო) ჯამით. თვით I_2 წერტილის ნიშნული მივიღოთ ნულის ტოლად. შეიძლება და პირობით ნებისმიერი რიცხვის მიღება (სქემ. მე-10 სვ.):

$$\left. \begin{aligned} H_1 &= h_1 + m_1 \\ H_2 &= h_2 + m_2 \\ H_7 &= h_7 + m_7. \end{aligned} \right\} \quad (7.6.10.11)$$

იქვე ისაზღვრება საშუალო პორიზონტი (სქ. მე-10 სვ. ქვემოთ):

$$H_{\text{საშ}} = \frac{H_1 + H_2 + \dots + H_7}{7}; \quad (7.6.10.12)$$

7. ისაზღვრება პორიზონტის განსაზღვრის v უაღბათესი შეცდომები:

$$v_i = H_i - H_{\text{საშ}}$$

ფორმულით (სქ. მე-11 სვ.)

8. v_i უაღბათესი შეცდომები უნდა იყოს ტოლი kS_i -თარაზოსა და სამიზნე ღერძების არაზუსტი პარალელურობის ზეგავლენისა (k არის სამიზ-

ნე და მაფოკუსირებელი ლინზის მოძრაობის ღერძებს შორის კუთხის დამაკავშირებელი კოეფიციენტი) და ნიველირის ორი I_1 და I_2 მდებარეობის პორიზონტებს შორის სხვაობის q ოდენობის ჯამისა, ე. ი. უნდა არსებობდეს დამოკიდებულება:

$$v_i = kS_i + q = 0.$$

ფაქტობრივად კი ყოველი წერტილისათვის ვიღებთ არა ნულს, არამედ. შესაბამისად, $\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_7$, რომლებიც საბოლოოდ ახასიათებენ მაფოკუსირებელი ლინზების არასწორ სვლას. მაშასადამე, შეცდომათა განტოლებების სახე იქნება ასეთი:

$$\left. \begin{aligned} -S_1k - q + v_1 &= \Delta_1 \\ -S_2k - q + v_2 &= \Delta_2 \\ &\vdots \\ -S_7k - q + v_7 &= \Delta_7 \end{aligned} \right\} \quad (7.6.10.13)$$

ხოლო შესაბამისი ნორმალური განტოლებები კი იქნება:

$$\left. \begin{aligned} |S^2|k + [S]q - [Sv] &= 0, \quad \text{სადაც } a = S; \quad b = c = 1; \\ [S]k - 7q - [v] &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (7.6.10.14)$$

თუ Δ_i არც ერთი ოდენობა არ გადასცილდა $\pm 0,5$ მმ, ნიველირი ვარგისია არა შუიდან ნიველობისათვის.

მიღებული S_i მანძილებისა და (9) სქემის (11) სვეტის მონაცემთა მიხედვით (13) ტოლობის შესაბამისად შეცდომათა ტოლობები იქნება:

$$\left. \begin{aligned} -10k - q - 1,91 &= \Delta_1 \\ -20k - q - 1,10 &= \Delta_2 \\ -30k - q - 0,53 &= \Delta_3 \\ -40k - q - 0,05 &= \Delta_4 \\ -50k - q + 0,61 &= \Delta_5 \\ -60k - q + 1,31 &= \Delta_6 \\ -70k - q + 1,69 &= \Delta_7 \end{aligned} \right\} \quad (a)$$

ხოლო ნორმალური განტოლებები კი (11) ტოლობების მიხედვით იქნება ასეთი:

$$\begin{aligned} 14\,000k + 280q - 168,40 &= 0, \\ 280k + 7q - 0,02 &= 0, \end{aligned}$$

საიდანაც

$$\begin{aligned} k &= +0,06, \\ q &= -2,39. \end{aligned}$$

მაშასადამე; (a) ტოლობების მიხედვით:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= -0,60 + 2,39 - 1,91 = -0,12 \text{ მმ} \\ \Delta_2 &= -1,20 + 2,39 - 1,10 = +0,09 \\ \Delta_3 &= -1,80 + 2,39 - 0,53 = +0,06 \text{ ,,} \\ \Delta_4 &= -2,40 + 2,39 - 0,05 = -0,06 \\ \Delta_5 &= -3,00 + 2,39 + 0,61 = 0,00 \\ \Delta_6 &= -3,60 + 2,39 + 1,31 = +0,10 \text{ ,,} \\ \Delta_7 &= -4,20 + 2,39 + 1,69 = -0,12 \text{ ,,} \end{aligned}$$

როგორც ვხედავთ, ყველა Δ ნაკლებია 0,5 მმ.

ნიველირი IIS № 9874, დამკვირვებელი ე. ლაბაძე, 1973 წ. 23 მაისი

I ნიველირი I₁ წერტილზე

წერტილი	I ილეთი		II ილეთი		III ილეთი		საშუალო ლარტკის დანაკრები	h _i აღმეტეპე ლარტკის დანაკრები	h _i აღმეტეპე ალმეტეპე (გ)
	პირდაპირ	უკუ	პირდაპირ	უკუ	პირდაპირ	უკუ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I ₁	29,6824	28,6643	32,0110	32,0105	31,1404	31,1420	30,5884	+1,6311	+ 76,56.
1	28,1398	28,1394	30,4757	30,4757	29,6100	28,6116	29,4073	+1,3676	+ 68,98
2	28,2942	28,2949	30,6504	30,6429	29,7857	29,7728	29,5708	+0,7987	+ 86,94
3	28,9381	28,9276	31,2748	31,2753	30,3933	30,3990	30,1997	-1,7309	+ 86,84
4	27,8273	27,8275	30,2768	30,2757	28,4026	28,3893	29,2015	+3,2859	+164,30
5	26,3772	26,3762	28,7294	28,7293	27,6514	27,6514	27,6525	+3,1500	+172,54
6	26,2125	26,2130	28,6675	28,5675	27,8798	27,8827	27,4875	2,5929	+129,64
7	27,0673	27,0663	29,4260	29,4260	28,5440	28,5453	28,9455		

II ნიველირი I₂ წერტილზე

წერტილი	I ილეთი		II ილეთი		III ილეთი		საშუალო ლარტკის დანაკრები	m _i ს.შ. ანთ. (გ)	H _{1...n} - h _i + m _i (გ)	v = H _{1...n} - H _{საშ.} (გ)
	პირდაპირ	უკუ	პირდაპირ	უკუ	პირდაპირ	უკუ				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I ₂	27,9074	27,9977	29,1582	29,1574	28,7202	28,7217	28,6259	149,30	1507,86	-1,91
1	28,1206	28,1209	29,3453	29,3453	28,9003	28,9015	28,5068	140,29	1508,29	-1,10
3	28,8169	28,8207	29,9734	29,9763	29,5427	29,5434	29,1459	1472,30	1509,24	-0,53
4	27,8372	27,8366	28,9680	28,9682	28,5484	28,5470	28,4677	1422,83	1508,72	-0,06
5	26,2990	26,2992	27,4545	27,4514	27,0146	27,0107	26,9216	1346,08	1510,38	+0,61
6	26,1508	26,1512	27,3023	27,3049	26,5665	26,5684	26,7717	1393,54	1511,08	+1,91
7	27,0216	27,0209	28,1710	28,1676	27,7193	27,7186	27,6305	1381,32	1511,46	+1,68

H_{საშ.} = 1500,77 (g) = +0,02

**F. ლაბტინის უბანიზე ბოზრის დამიზნების საშუალო კვადრატული
შეცდომის მიხედვით განხილადი ნიველირის ბოზრის შეღავათა
„სანიმუშო“ მგზავლართან**

გამოსაკვლევ და სანიმუშო ნიველირებს ორი დამკვირვებელი აყენებს მაგ-
რად საფუძველზე და რიგრიგობით ორივე ნიველირით აწარმოებენ 50 მეტრზე
დამაგრებული ლარტყის შტრიხზე დამიზნებას ათ სერიად; ყოველ სერიაში
ათ-ათი დამიზნების შესაბამისად, დანაყოფის 0,1 შეცდომის დაშვებით. დოლზე
ანათვალს იღებენ ისე, რომ ყოველთვის ხდებოდეს ბუშტულის ბოლოებ-
კონტაქტი.

თითოეული ინსტრუმენტისათვის თითოეული დამკვირვებლის მიერ გა-
მოითვლება ყოველი ცალკეული განზომის საშუალო კვადრატული შეცდომ-
ე ყოველ სერიისათვის ბესელის ფორმულით

$$m_i = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}}, \quad (7.6.10.15)$$

შემდეგ—ათივე სერიის მანხედვით:

$$M = \pm \sqrt{\frac{[v^2]}{K(n-1)}}, \quad (7.6.10.16)$$

სადაც v არის სერიაში ყოველი ცალკეული ანათვლის გადახრა მათი საშუ-
ალო არითმეტიკულიდან;

$n=10$ — სერიაში ანათვლების რაოდენობა;

$K=10$ — სერიების რაოდენობა.

$i=1, 2, 3, \dots, n$.

განხილადი და სანიმუშო ნიველირისათვის (16) ტოლობით გამოთვლილი
საშუალო კვადრატული შეცდომების ოდენობების შედარებით ფასდება გამოკ-
ვლული ნიველირის ჯოგის ხარისხი.

G. საკონტროლო სვლა

ახალი ინსტრუმენტის ზემოთ განხილული წესებით გამოკვლევის შემ-
დეგ საჭიროა ამ ინსტრუმენტით შესრულდეს 5—6 კილომეტრი შეკრული პო-
ლიგონის წინ და უკან საკონტროლო ნიველობა ყოველ ერთ კილომეტრზე სა-
იმედო დროებითი რეპერების დამაგრებით. საკონტროლო ნიველობა უნდა
შესრულდეს იმ კლასის მეათდით, რომლისთვისაც განკუთვნილია განხილადი
ნიველირი [21] ინსტრუმენტის მოთხოვნათა მიხედვით. განსაკუთრებული ყუ-
რადღება უნდა მიექცეს Δx ანუ თარაზოსა და სამიზნე ღერძების მცირე
არაპარალელურობის მუდმივობას, რის გამო საჭიროა აღნიშნული შემოწმება
შესრულდეს ყოველდღე 2-ჯერ (სამუშაოს დაწყებისა და დამთავრების შემ-
დეგ). რეალური საველე სამუშაოების დაწყებამდე საკონტროლო ნიველობის
დროს შემჩნეული ყველა ნაკლი ნიველირში უნდა გამოსწორდეს.

7. 6. 11. ინსტრუმენტის მოვლა

**A. შენახვა. გაცემა. სადამონტოლო ჩაბარება და გარემონტებული
ინსტრუმენტების მიღება**

ინსტრუმენტების შესანახი სათავსი უნდა იყოს მშრალი, ნათელი, კარგი
სავენტილაციო, მუდმივი ტემპერატურით საშუალოდ 12—16°C; სასურველია
მოეწყოს ცენტრალური გათბობა.

ინსტრუმენტების შესახებ საწყობში ეწყობა თაროები. საწყობის გარე კედლებზე, ღუმელებზე, ცენტრალური გათბობის ბატარიებზე თაროების მოწყობა არ არის რეკომენდებული. ყუთებში ჩაკეტილი ინსტრუმენტები ლაგდება თაროებზე. ლარტყები, სარები, შტატივები ინახება ვერტიკალურად საწყობის შიგა კედლებზე მიმაგრებული ან ჰორიზონტულად უჯრედებში. გარდა საწყობისა, საჭიროა დერეფანი ინსტრუმენტების შესამოწმებლად და სახელოსნო ინსტრუმენტების მიმდინარე რემონტებისათვის. ინსტრუმენტების გასაცემი ადგილი უნდა იყოს გადატიხრული.

საწყობში ყოველი ინსტრუმენტის მიღება უნდა ფორმდებოდეს აქტით, რომელშიც ნაჩვენებია უნდა იყოს ინსტრუმენტის გამოშვები ქარხანა (ფირმა), ნომერი, სახელწოდება, ვრცელი აღწერილობა, მომწოდებლის მისამართი, და სხვა. საწყობს უნდა ჰქონდეს საინვენტარო წიგნი. დიდ საწყობებში ყოველი ცალკეული ინსტრუმენტისათვის დგება ბარათი, რომელიც ინახება საგანგებო ყუთში. ყოველ ინსტრუმენტს უნდა ჰქონდეს საქარხნო ნომერი, რომლის მიხედვით ინომრება, შესაბამისი შტატივი, ხერხემალი ხრახნი, ყუთი და სხვა. თუ ასეთი ნომერი ინსტრუმენტს არა აქვს, საჭიროა თვით დაეაწეროს და გავაფორმოს.

საწყობში შენახული ინსტრუმენტები ხშირად უნდა იქნეს დათვალიერებული (გასინჯული) და თუ აღმოჩნდა დაუანგვის ფაქტი, იმ წამსვე უნდა იქნეს მიღებული ღონისძიება მის ამოსაფხვრელად და აგრეთვე საჭიროა გაირკვეს უანგვის წარმოშობის მიზეზი.

ინსტრუმენტი დაზიანების შემთხვევაში უნდა ჩაბარდეს სარემონტოდ. რისთვისაც საჭიროა სათანადო დოკუმენტის შედგენა, რომელშიც ნაჩვენებია უნდა იყოს რა არის გასარემონტებელი და შესამოწმებელი; ამ დოკუმენტის ასლი რჩება საწყობს. სამუშაოდ შეიძლება გაიცეს მხოლოდ და მხოლოდ წესიერული ინსტრუმენტი. ინსტრუმენტი უნდა გაიცეს გარკვეულ პასუხისმგებელ პირზე და არა ჭგუფზე ან ორგანიზაციაზე. სავსე სამუშაოების შემდეგ ინსტრუმენტი საჭიროა გაისინჯოს დეტალურად და ისე იქნეს მიღებული საწყობში. აქტში უნდა აღინიშნოს ყოველი დაზიანებული ან დაკარგული ნაწილის შესახებ ცნობა.

საჭიროა საწყობს განაგებდეს გამოცდილი ინსტრუმენტმცოდნე გეოდეზისტი; საწყობის გამგემ კარგად უნდა იცოდეს ინსტრუმენტების არა მარტო შენახვა, არამედ ქარხნებიდან მათი მიღების ყოველგვარი წესი და უფლება-მოვალეობანი და შეეძლოს ქარხნებისადმი ტექნიკური პირობების წაყენება და დაცვა.

ბ. ინსტრუმენტების დათვალიერება და პასუხისმგებლობა

საწყობში მიღების დროს ყოველი ინსტრუმენტი გულდასმით უნდა იყოს დათვალიერებული, დადგინდეს მისი დადებითი და უარყოფითი მხარე და სამუშაოდ ვარგისიანობა. ასევე, საწყობში შენახული ინსტრუმენტები დროზე უნდა იქნეს დათვალიერებული და შეკეთებული, რათა არ დაზარალოდეს სავსე სამუშაოების უზრუნველყოფა ვარგისი ინსტრუმენტებით. დათვალიერების დროს უნდა დავიცვათ საჭირო მოთხოვნები, მაგალითად, ინსტრუმენტების მომკერი ხრახნები მტკიცედ უნდა ამაგრებდეს მათ შესაბამის ნაწილებს, ხოლო მიკრომეტრული ხრახნები მოქმედებდეს მდოვრედ და სხვა. დათვალიერ-

რება უნდა მოხდეს იმ წესით, რაც მოყვანილია 6. მ. 3 პარაგრაფის A მუხლში.

ყველა გამოვლინებული უარყოფითი მხარე უნდა გასწორდეს ადგილზე და თუ ეს შეუძლებელია, ადგენენ საგანგებო ცნობას. ყოველი ინსტრუმენტისათვის ადგენენ პასპორტს, რომელშიც მოჰყავთ აღწერილობა, ცალკეულ მისი ხაჭილების და მათი ნაკლის შესახებ. ინსტრუმენტის ყოველ პასპორტში შეაქვთ ამ ინსტრუმენტით მუშაობის დროს ველზე შემჩნეული ნებისმიერი სახის უარყოფითი მხარე.

C. ტრანსპორტირებისა და მუშაობის დროს ინსტრუმენტებისა და მონაცემების

ინსტრუმენტები ტრანსპორტირების წინ უნდა გულდასმით შეიფუთოს. ამისათვის საჭიროა გაისინჯოს ყველა საკუთვნილი არის თუ არა მტკიცედ ჩადებული თავის ადგილას და მოექიროს საჭირო ხრახნები. ინსტრუმენტსა და ყუთს შორის ცარიელი ადგილი უნდა შეივსოს ქაღალდით ისე, რომ ინსტრუმენტი ყუთში სრულიად არ მოძრაობდეს. თუ ტრანსპორტირება საჭიროა შორ მანძილზე, ინსტრუმენტს თავისი ყუთით ათავსებენ საგანგებო ყუთში, რომელიც 2—3 სანტიმეტრით მეტი იქნება ინსტრუმენტის ყუთზე და გაკედავენ ქაღალდით, თივით, ბურბუშელით ან სხვა რაიმე რბილი ნივთიერებით ისე, რომ ყუთი ყუთში არ ინძრეოდეს. ამავე დროს გარე ყუთს აწერენ „Верх“ და „Ос-торожно“.

შტატივები თავსდება საგანგებო ყუთში ან ახვევენ ჭვალში და შემოკე-რავენ. ლარტყებსაც ასევე ახვევენ ჭვალში. ხოლო ზუსტ ლარტყებს აქვს თავიანთი სპეციალური ყუთები.

ოთხთვალათი ინსტრუმენტების გადაზიდვის დროს მათ უფენენ თივას და ამაგრებენ ბაწრით, რომ ინსტრუმენტები არ ინჯდნოდეს, ზემოდან კი ბრე-ზენტს აფარებენ. ინსტრუმენტები ოთხთვალაში უნდა იყოს ჩალაგებული წაღ-მა. არავითარ შემთხვევაში არ შეიძლება ინსტრუმენტის კუთხით, გვერდით ან გადაბრუნებული ჩალაგება ოთხთვალაში.

ინსტრუმენტით მუშაობის დროს სრულიად არ არის საჭირო ძალის გამო-ყენება. მისი რომელიმე ნაწილის ბრუნვა თუ ძნელდება, საჭიროა გამოვალე-ნოთ მიწიდან და მოისპოს იგი. მომჭერ, მიკრომეტრიულ ამწევ, შემასწორებელ და სხვა ხრახნებს აქვს ძლიერ წმინდა და ნაზი კუთხილი და ძალის გამოყენე-ბით ადვილად გამოვლენ წყობიდან. ასევე უნდა მოექვეყნო დანდალურს და სხვას.

ყუთიდან ინსტრუმენტის ამოღების, სამუშაოდ დაყენების და ყუთში ჩა-ლაგების შესახებ ნათქვამია 6. 8. 3 პარაგრაფში.

მუშაობის პროცესში ძლიერ უნდა ვერიდოთ ინსტრუმენტის რხევას, სა-ჭიროა დავიცვათ იგი მზისა, წვიმისა და ქუქყისაგან სათანადო ქოლგით.

დასველებული ინსტრუმენტის გაწმენდა არ არის საჭირო, რომ საღებავი არ დაეზიანოთ. იგი უნდა შევიტანოთ შენობაში და გაშრობის შემდეგ რბილი ჩვრით უნდა გავწმინდოთ, შემდეგ კი ჩავალაგოთ ყუთში, რომელიც წინასწარ უნდა იყოს გასუფთავებული. ერთი კილომეტრის ფარგლებში ინსტრუმენტის გადატანა ხელით შეიძლება შტატივთან ერთად, მაგრამ ამ დროს საჭიროა მო-იხსნას თეოდოლიტიდან შეეული და დამაგრდეს ყველა ხრახნი (მომჭერი, ხერ-ხემალა და სხვა). სადგურიდან სადგურზე გადასვლისას ლარტყას იღებენ ზე-

ზე წიბოთი ისე, რომ არ დავაზიანოთ წარწერები. სიგნალებზე ინსტრუმენტების ატანის დროს გვემართება დიდი სიფრთხილე. აქ შეიძლება გამოვიყენოთ საგანგებო ბლოკები. ოპტიკური თეოდოლიტები სიგნალებზე ატანის დროს უნდა მოვათავსოთ ყუთებში და მაშინ შეიძლება სიგნალის კიბეებზე მათა ატანა ხელით.

D- ინსტრუმენტების გაწმენდა, დაზეთვა, დაშლა და მიგინაჰე ჩემონდი

როგორც წესი, ინსტრუმენტები ყოველ დღე სამუშაოს დამთავრების შემდეგ უნდა გაიწმინდოს მტერისაგან, ხოლო მათი დასველების შემთხვევაში უნდა გაშრეს და შემდეგ გაიწმინდოს რბილი ტილოს და არა ბამბულის ჩვრით. საღებავი რომ არ დავაზიანოთ, მტერის მოშორება ინსტრუმენტებიდან ჯობს ფუნჯით.

ინსტრუმენტის გაწმენდა, ცხადია, სჯობს ზემოდან ქვემოთ. მტერის ფუნჯით მოშორების დროს უნდა ვეცადოთ ფუნჯი არ მოხვდეს ინსტრუმენტის დაზეთილ ადგილს, ხოლო თუ ეს მოხდა, იმ წამსვე ფუნჯი უნდა გავრეცხოთ ბენზინით. ინსტრუმენტი საგანგებოდ უნდა დაეცივათ დაჟანგვისაგან, რასაც იწვევს სხვადასხვა მკაფეები, წყალი და სინესტე. ამიტომ სიციფეების დროს სამუშაოს დამთავრებისას ინსტრუმენტი ჯერ უნდა შევიტანოთ ცივ სათავში, ხოლო ცოტა ხნის შემდეგ თბილ ოთახში და დავედგათ ყუთით ისე, რომ მან მიიღოს ოთახის ტემპერატურა, შემდეგ კი ყუთიდან ამოვიღოთ და გავწმინდოთ.

ინსტრუმენტიდან ტენის მოშორება ხდება ტილოს გაცვეთილი ჩვრით, ხოლო შეუღებავი და გაუპრიალებელი ნაწილები იწმინდება ოდნავ გაზეთილი ჩვრით. ღერძების, მილისებისა და სხვა ზოგიერთი ნაწილების ტალახისა და სხვა ქუქყისაგან გაწმენდისათვის იხმარება ბენზინი, სპირტი, ეთილი ისე, რომ ისინი არ მოხვდნენ ლიშბს და გაპრიალებულ ნაწილებს.

ობიექტივის ლინზის დაცვის მიზნით, როდესაც არ ვაკვირდებით, საჭიროა მასზე მიუღამ იყოს ჩამოცმული ხუფი და დახურული იყოს ჩალითათი. ობიექტივის ლინზის გაწმენდა უნდა მოხდეს უკიდურეს შემთხვევაში, რადგანაც მკირეოდენი მტვერი მუშაობისას ხელს ვერ შეგვიშლის. საერთოდ, ინსტრუმენტების ოპტიკური ნაწილების წმენდას უნდა ვერიდოთ, სჯობს ეს ფუნჯითა შეასრულოს სახელოსნომ.

ლიშბი, ვერნიერი და, საერთოდ, სკალეების ჩვრით გაწმენდას უნდა ვერიდოთ, რადგანაც ამით იშლება საღებავები და ჩნდება ლაქები. როცა ვერნიერის დანაყოფები ნათლად არ ჩანს, პირველ რიგში უნდა მოვაწესრიგოთ ლუბები და ილუმინატორები, ხოლო შემდეგ ვიფიქროთ გაწმენდაზე. ლიშბიდან მტვერი უნდა მოშორდეს ფუნჯით, ხოლო ვერნიერები ჯერ იწმინდება ფრთხილად თითებით და შემდეგ ძვლის ზეთში ოდნავ დასველებული ჩვრით და ბოლოს ქუქყი და ზეთი მოშორდება მშრალი ჩვრით.

ინსტრუმენტის კარგი მუშაობისათვის საჭიროა დროგამოშვებით ხდებოდეს მისი მოხახუნე ნაწილების დაზეთვა. საუკეთესოდ ითვლება ძვლის ზეთი, რომელიც დაბალ ტემპერატურაზედაც კარგად ასრულებს თავის ფუნქციას. საერთოდ, ინსტრუმენტის დაზეთვა უნდა ხდებოდეს არახშირად. აგრეთვე უნდა იზეთებოდეს შეუღებავი და გაუპრიალებელი (ნიკელიანი) ნაწილები. დაზეთვა უნდა მოხდეს ძლიერ მკირე დოზით, წინააღმდეგ შემთხვევაში ზეთი საშუალებას არ მისცემს ღერძებს თავის მილისებში იბრუნოს ნორმალურად.

ინსტრუმენტის დაშლა-აწყობას უნდა ახდენდეს მხოლოდ გამოცდილი პირი, ისიც ნათელ სათაესში. ამ დროს საჭიროა დავიწეროთ, თუ რომელი ნაწილი რომელთან იყო შეერთებული, რათა ისევ აეაწყოთ ინსტრუმენტი. მაგალითად, ინსტრუმენტის დაშლა საჭირო ხდება, როცა მისი ღერძის ბრუნვა ძნელდება დაშლის დროს ძლიერ ფრთხილად უნდა ვიყოთ, რომ არ დაზიანდეს ლიმიტი. უნდა გაირეცხოს მტერისა და გამაგრებული ზეთისაგან ღერძი და მილისი გაიწმინდოს, ოდნავ დაიზეთოს და ისევ აიწყოს. თუ ინსტრუმენტის ნაწილები ნორმალური ბრუნვა ვერ აღდგა, მას სახელოსნო გაასწორებს.

მიმდინარე რემონტი, როგორცაა: ხრახნების სკლის რეგულირება; ძაფთა ბადის და შემასწორებელი ხრახნების შეცვლა; ზამბარაკების შესწორება; ბაფთის შეყვება და სხვა, უნდა შეძლოს თვით სამუშაოთა მწარმოებელმა, რისთვისაც მას უნდა ჰქონდეს სათანადო ინსტრუმენტები—სხვადასხვა სახრახნო-სები, ბრტყელტუჩა, მრგვალტუჩა, პინცეტი, ქლიბი და სხვ. აგრეთვე სხვადასხვა მასალა, როგორცაა ძვლის ზეთი, ტილოს ჩვრები, ბენზინი, სპირტი, ვაზელინი, ჰიგროსკოპიული ბამბა, პაპიროსის ქაღალდი, თაბაშირი, კბილის ჭაგრი და სხვა. უნდა ჰქონდეს სათანადო ნაწილები—შემასწორებელი ხრახნები; ძაფთა ბაღე ჩარჩოში; თარაზოს ამპულები და სხვა.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Баканова В. В. и другие, Практикум по геодезии, недра, м., 1973.
2. ბენაშვილი ა. შ., ტოპოგრაფია, ნაწილი I, თბილისი, 1933.
3. Гусев Н. А., Маркшендерско-геодезические инструменты и приборы, недра, М., 1968.
4. Денглих Фриц, Геодезическое инструментоведение, недра, М., 1970.
5. Дензин П. В., Геодезия, геодезиздат, М., 1953.
6. Закатов П. С. и другие, Инженерная геодезия, недра, М., 1969.
7. Красовский Ф. Н.: Избрание сочинения, том 3, геодезиздат, М., 1955.
8. Литвинов Б. А. и др., Геодезическое инструментоведение, недра, М., 1971.
9. Оглоблик Д. Н., Новые маркшендерские приборы, недра, М., 1967.
10. Павлов Ф. Ф., Мепуршвилли Г. Е., Геодезия, недра, М., 1968.
11. ტაბატაძე ე. ტ., გეოდეზია, ნაწ. II, თბილისი, ცოდნა, 1963.
12. თევზაძე ნ. ა., მანძილზომები, ტექნიკა და შრომა, თბილისი, 1957.
13. თევზაძე ნ. ა., განაზომთა შეცდომების თეორია, ტექნიკა და შრომა, თბილისი, 1957.
14. თევზაძე ნ. ა., საინჟინრო გეოდეზია I, გამომცემლობა განათლება, თბილისი, 1974.
15. თევზაძე ნ. ა., საინჟინრო გეოდეზია II, გამომცემლობა განათლება, თბილისი, 1974.
16. თევზაძე ნ. ა., საინჟინრო გეოდეზია VI, გამომცემლობა განათლება, თბილისი, 1975.
17. Федоров Б. Д., Маркшендерско-геодезические приборы и инструменты, недра, М., 1971.
18. Хейфец Б. С., Данилевич Б. Б., Практикум по инженерной геодезии, недра, М., 1973.
19. Чеботарев А. С. и др., Геодезия, ч. 2, геодезиздат, М., 1962.
20. Шерман Д. С., Наставление по камеральной отработке базисов I и 2 классов, геодезиздат, М., 1950.
21. Шишкин В. Н., Пастройка геодезических знаков, геодезиздат, М., 1953.
22. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов, М., недра, 1974.
23. Инструкция о построении государственной геодезической сети СССР, М., недра, 1969.

ТЕВЗАДЗЕ НИКОЛАЯ АРТЕМЬЕВИЧ

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

VII

(ОПОРНЫЕ ПУНКТЫ, ИНСТРУМЕНТЫ: НЕПОСРЕДСТВЕННО ДЛИНО-
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И ДАЛЬНОМЕРНЫЕ; НИВЕЛИРНЫЕ И НИВЕЛИРОВОЧНЫЕ)
(на грузинском языке)

რეცენზენტები:

საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი, მეცნიერების დამსახურებული მო-
ღვაწე, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი ბ. ბალავაძე
ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, დოცენტი დ. ლონღაძე
ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატი, დოცენტი ნ. კუკულაძე

ნაშრომი რეკომენდებულია ვ. ი. ლენინის სახელობის საქართველოს პოლიტექნიკური
ინსტიტუტის საშოთ ფაкультეტის სამეცნიერო საბჭოს მიერ

ИБ № 176

რედაქტორი პ. ლ ა ბ ა რ ტ ყ ა ვ ა
მხატვრული რედაქტორი ე ლ. ს უ ლ თ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი
ტექნიკური რედაქტორი მ. ო ს ი ტ ა შ ვ ი ლ ი
კორექტორი ე. ბ ა ბ ა ლ ა შ ვ ი ლ ი

გადაეცა წარმოებას 29.III.76 წ., ხელმოწერილია დასაბეჭდად 20.III. 77 წ., ქალაქის ზომა-
70X108¹/₁₆, საბეჭდი ქალაქი № 1, პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 35,35.
სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 25,05.

ცე 00313.

ტირაჟი 3.000

შეკვ: № 1022

ფასი 1 მან, 88 კაპ.

გამომცემლობა „განათლება“, თბილისი, მარჯანიშვილის ქ., 5.
Издательство «Ганатლება», Тбилиси, ул. Марджанишвили № 5.
1977

სპი-ს სტამბა, თბილისი, ლენინის ქ. № 69.
Типография ГПИ, Тбилиси, ул. Ленина № 69