

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

კ. მჭედლიშვილი, ა. ბურდულაძე

საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების კვლევა-ძიება და დაპროექტება



დამტკიცებულია სახელმძღვანელოდ
სტუ-ის სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ.

თბილისი
2018

შპს 625.72(075.8)

სახელმძღვანელო ეყრდნობა საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების კვლევა-ძიებისა და დაპროექტების დასავლეთ ევროპული, ქართული და რუსული სკოლების გამოცდილებას.

ნაშრომი განკუთვნილია საავტომობილო გზების და აეროდრომების მიმართულების ბაკალავრებისა და მაგისტრანტებისათვის. იგი გამოადგებათ ამავე მიმართულებით მომუშავე დოქტორანტებსა და პრაქტიკოს ინჟინრებსაც.

რეცენზენტი: ტ.მ.კ. მერაბ ძიდიგური

კომპიუტერული უზრუნველყოფა ე. ზარიძის

ISBN

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2018
<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>

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

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.



თავი 1. აეროდრომები და ვერტოდრომები

1.1. შესავალი

ტრანსპორტზე, სოფლის მეურნეობაში, მშენებლობაში, სამხედრო საქმეში და სხვა მრავალ სფეროში ფართოდ გამოიყენება მრავალი ტიპის სხვადასხვა კლასის თვითმფრინავი და ვერტმფრენი, რომელთა საექსპლუატაციო მახასიათებლები მოითხოვენ შესაბამისი კონსტრუქციის ასაფრენ-დასაფრენ ზოლებს, ანგარებს, სადგომ მოედნებსა და ა.შ. ნაგებობებს.

საჰაერო ტრანსპორტისათვის სათანადო ინფრასტრუქტურის დაპროექტება, მშენებლობა და ექსპლუატაცია ეროვნული ეკონომიკის, თავდაცვისათვის, მომავალში ქვეყნის სათანადო განვითარების უზრუნველყოფისათვის მეტად მნიშვნელოვანი საქმეა. საქართველო თავისი საერთაშორისო სატრანზიტო სატრანსპორტო კორიდორისა და გზაჯვარედინის ფუნქციის წარმატებით შესრულებისათვის, შიდა და საერთაშორისო საჰაერო გადაადგილების უსაფრთხოებისა და ეკონომიურობისათვის მეტად მნიშვნელოვანია ადგილობრივი კადრების გამოყენებით ძველი აეროპორტებისა და აეროდრომების სრულყოფა და მოდერნიზაცია, ახლების აშენება, საერთაშორისო საპროექტო და სამშენებლო ტენდერებში წარმატებით მონაწილეობა.

1.2. საჰაერო მიმოსვლა და მისი სახმელეთო ინფრასტრუქტურა

საჰაერო მიმოსვლა ხდება საჰაერო ხაზებზე, რომლებიც დამტკიცებულია საჰაერო ხომალდების (სხ) რეგულარულ მარშრუტებად და ხორციელდება ცალკეულ მსხვილ დასახლებულ პუნქტებს შორის. მარშრუტები აჩვენებენ ფრენის მიმართულებას (კურსს). სხ გადაადგილდებიან საჰაერო ტრასებით: გარკვეულ სიმაღლეზე არსებულ თავისუფალ კორიდორებში. ყოველ საჰაერო ტრასას გააჩნია საავიაციო-კლიმატური აღწერილობა, რომელშიც მოცემულია უსაფრთხო ფრენისათვის საჭირო ფიზიკურ-გეოგრაფიული და კლიმატური მონაცემები. საჰაერო ტრასები საავტომობილო გზების ანალოგიურად დანიშნულების მიხედვით არის საერთაშორისო, შიდასახელმწიფოებრივი და ადგილობრივი.

საჰაერო მიმოსვლის სისტემის სახმელეთო ინფრასტრუქტურის ძირითადი ელემენტია აეროპორტი – სატრანსპორტო საწარმო, რომელიც ანხორციელებს მგზავრების, ბარგის, ტვირთებისა და ფოსტის რეგულარულ საჰაერო გადაადგილებას. ამ ამოცანათა შესრულებისათვის აეროპორტს აქვს შენობა-ნაგებობების კომპლექსი და სპეციალური მოწყობილობა-აღჭურვილობანი.

აეროპორტის ტერიტორიაზე აეროდრომი და ტექნიკური მომსახურების ტერიტორია, აეროდრომზე ხდება საჰაერო ხომალდების აფრენა-დაჯდომა, ხოლო ტექნიკური მომსახურების ტერიტორიაზე განლაგებულია საჰაერო ხომალდების ფრენის უზრუნველსაყოფად მოწყობილობა და აღჭურვილობა.

აეროდრომი აეროპორტის ძირითადი ნაწილია. იგი წარმოადგენს სპეციალურად მომზადებულ ტერიტორიას, შესაბამისი ნაგებობებითა და აღჭურვილობით, რომლებიც უზრუნველყოფენ სხ-ის უსაფრთხო აფრენა-დაჯდომას, გადაადგილებას ასაფრენ-დასაჯდომი ზოლიდან პერონისა და დგომის ადგილებისაკენ. პერონი მდებარეობს აეროვაგზლის მიმდებარე ტერიტორიაზე და მასზე ხდება მგზავრთა სხ-ში ჩაჯდომა და გადმოსვლა, მგზავრების გადაადგილება აეროვაგზალსა და სხ-ს შორის, ბარგის, ფოსტისა და ტვირთების დატვირთვა. აეროდრომს გარს ეკვრის სააეროდრომო ტერიტორია, რომლის ზემოთ საჰაერო სივრცეში ხდება სხ-ის მანევრირება.

ტექნიკური მომსახურების ტერიტორია – აეროდრომების გვერდით მდებარე აეროპორტის ნაწილია, სადაც განლაგებულია: მგზავრების, ბარგის, ფოსტისა და ტვირთის მომსახურების შენობა-ნაგებობანი (აეროვაგზალი, საწყობები, ბორტზე კვების საამქრო და ა.შ.); სხ-ის ტექნიკური მომსახურების შენობა-ნაგებობანი (ანგარები, ავიატექნიკური ბაზები, ტექმომსახურების შენობები); დამხმარე ნაგებობანი (აეროპორტისა და ავიარაზმების ოფისები, სააეროდრომო სამსახურების ბაზები და ა.შ.).

აეროდრომებს ეკუთვნის აგრეთვე განცალკევებულ ტერიტორიაზე განლაგებული საჰაერო გადაადგილების მართვის, რადიონავიგაციის ობიექტები, საწვავ-საცხი მასალების საწყობები.

აეროპორტის ტერიტორიაზე შეიძლება იყოს მოწყობილი ვერტმფრენების ასაფრენი მოედნები შესაბამისი მომსახურების ტერიტორიებით, სივრცით და ნაგებობებით – ვერტოდრომი.

ვერტმფრენების სრული და თვითმფრინავებისგან განცალკევებული მომსახურებისათვის ეწყობა შენობა-ნაგებობათა და სპეციალური ტერიტორიების კომპლექსი – ვერტოპორტი.

1.3. აეროპორტებისა და აეროდრომების კლასიფიკაცია

აეროპორტების კლასიფიკაცია ხდება გადაადგილებული მგზავრებისა და აფრენა-დაფრენების რაოდენობის მიხედვით. თანამედროვე საერთაშორისო

კლასიფიკაციით საერთაშორისო, შიდასახელმწიფოებრივი და ადგილობრივი მნიშვნელობის აეროპორტები 6 კლასად იყოფა.

აეროპორტებს, რომელთა მიერ გადაყვანილ მგზავრთა წლიური რაოდენობა ნაკლებია 100 ათასზე ეწოდება არაკლასიფიცირებული აეროპორტი. ავიაგადაზიდვების მოცულობის ცვლილების შესაბამისად ხდება აეროპორტის კლასის შეცვლა, რისთვისაც აუცილებელია შენობა-ნაგებობათა და ტერიტორიების შესაბამისი რეკონსტრუქცია. ყველანაირი ცვლილებისათვის აუცილებელია ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება (ტედ), დამყარებული ავიაგადაზიდვების პროგნოზირებაზე 15-20 წლის ვადით.

აეროპორტების კლასიფიკაცია მხედველობაში იღებს აგრეთვე სხვადასხვა ჯგუფის ხომალდების ფრენის ინტენსივობას, გამოხატულს %-ში. საჰაერო ხომალდების ჯგუფებად დაყოფა ხდება მაქსიმალური ასაფრენი მასის მიხედვით (იხ. ცხრ. 1.1).

ცხრილი 1.1

საჰაერო ხომალდი	ასაფრენი მასა, ტ, საჰაერო ხომალდის კლასისათვის			
	I	II	III	IV
თვითმფრინავები	75	30-75	10-30	10
ვერტმფრენები	10	5-10	2-5	2

ზემოთ აღნიშნულის მიხედვით აეროპორტების საერთაშორისო კლასიფიკაციას აქვს შემდეგი სახე (იხ. ცხრ. 1.2)

ცხრილი 1.2

აეროპორტის კლასი	მგზავრთა გადაყვანის წლიური რაოდენობა, ათასი მგზ	სხვადასხვა ჯგუფის				აფრენა-დაფრენის წლიური ინტენსიურობა (ათასებში)	შენიშვნა
		I ჯგ.	II ჯგ.	III კგ.	IV ჯგ.		
I	>7000	10-15	60-75	30-20	—	70-87	აფრენა-დაფრენის ინტენსივობა შეიძლება შეადგენდეს 24-40-მდე სთ-ში
II	4000-7000	5-10	65-75	35-15	—	47-70	
III	2000-4000	—	30-45	45-40	25-15	36-57	
IV	500-200	—	0-15	50-55	50-30	20-50	
V	100-500	—	—	45-50	55-30	5-20	

აეროდრომების კლასიფიკაცია ხდება აფრენა-დაფრენის ოპერაციის უზიფათოდ შესრულების (საიმედოობის) მიხედვით. ჩვეულებრივ აეროდრომის კლასი უნდა შეესაბამებოდეს აეროპორტის კლასს. მაგალითად, I კლასის აეროპორტს უნდა ჰქონდეს A კლასის აეროდრომი, II კლასისას – B კლასის, მაგრამ გარკვეული

ტექნიკური, სოციალურ-ეკონომიკური, სახელმწიფო და სხვა მიზეზების გამოი შეიძლება დაშვებული იყოს გარკვეული შეუსაბამობა.

მაგალითად, I კლასის აეროპორტი B კლასის აეროდრომით ან პირიქით. აქ გვაქვს საავტომობილო გზებთან ანალოგიური სიტუაცია, როდესაც მოძრაობის ინტენსივობა არის I ტექნიკური კატეგორიისა, ხოლო საავტომობილო გზა კი II^ა ან II^ბ ტექნიკური კატეგორიის. ორივეგან საჰაერო და საავტომობილო ტრანსპორტზეც საჭიროა ასეთი შეუსაბამობის დროულად აღმოფხვრა. უფრო იშვიათია შემთხვევა, როდესაც აეროპორტი დაბალი კლასისაა, მაგრამ აეროდრომი გადაზიდვების მაღალი ტემპებით ზრდის გათვალისწინებით კლასის მაღალია.

აეროპორტებისაგან განსხვავებით აეროდრომების კლასიფიცირება ხდება მრავალი მახასიათებლის მიხედვით:

ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის სიგრძე შეიძლება შეიცვალოს 600-2500 მ-ის ფარგლებში. გამოყენების ხასიათით აეროდრომები შეიძლება იყოს მუდმივი, დროებითი, დღის და დღედამური. დანიშნულების მიხედვით – სატრასო, ქარხნის და სასწავლო.

საჰაერო ტრასაზე განლაგების მიხედვით – ძირითადი და სათადარიგო, ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის საფარის მიხედვით – ხელოვნური საფარით ან გრუნტის საფარით.

სამოქალაქო ავიაციის საერთაშორისო ორგანიზაცია (ICAO) იკაო-ს მიხედვით აეროდრომების საერთაშორისო კლასიფიკაცია ხდება სხვადასხვა მაჩვენებლებით: ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის (აღზ) სიგრძის მიხედვით (იხ. ცხრ. 1.3-1.4).

ცხრილი 1.3

კოდური ელემენტი 1		კოდური ასო	კოდური ელემენტი 2	
კოდის ნომერი	საფრენი ზოლის სიგრძე		ფრთების გაშლა	სხ შასის კიდურა ბორბლებს შორის მანძილი
1	< 800 მ	A	< 15 მ	< 4,5 მ
2	800-1200 მ	B	15-24 მ	4,5-6 მ
3	1200-1800 მ	C	24-36 მ	6-9 მ
4	≥ 1800 მ	D	36-52 მ	9-14 მ
		E	52-60	9-14 მ

აეროდრომების საერთაშორისო კლასიფიკაციისათვის გამოიყენება ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის (საფრენი ზოლის) მახასიათებლების კოდური აღნიშვნები. კოდური აღნიშვნა შედგება ორი კოდური ელემენტისაგან:

ელემენტი 1 – ნომერი, მიიღება საფრენი ზოლის სიგრძის მიხედვით;

ელემენტი 2 – კოდური ასო, მიიღება საჰაერო ხომალდის (სხ) ფრთების გაშლისა და ძირითადი შასის კიდურა ბორბლებს შორის მანძილის მიხედვით.

ცხრილი 1.4

კატეგორია		მეტეოპირობების დახასიათება სხ-ის ზუსტი დაფრენისა და სხ-ს ხელსაწყოებით დაჯდომისას		
კოდის ნომერი	კოდის ასო	გადაწყვეტილების მიღების სიმაღლე, H	მხედველობის მანძილი	აღზ-ზე მხედველობის მანძილი, L
I	–	≥ 60 მ	≥ 800 მ	≥ 550 მ
II	–	$30 \leq H < 60$ მ	–	≥ 350 მ
III	A	< 30 მ ან შეზღუდვის გარეშე	–	≥ 200 მ
	B	< 15 მ ან შეზღუდვის გარეშე	–	$50 \leq L < 200$
	C	შეზღუდვის გარეშე	–	შეზღუდვის გარეშე

მაგალითი: სხ ИЛ-62М: აფრენის საანგარიშო სიგრძე სტანდარტულ ატმოსფერულ პირობებში – 3280 მ; ფრთების გაშლა – 43,2 მ, ძირითადი შასის კიდურა ბორბლებს შორის მანძილი – 8,0 მ. კლასიფიკაციით შეესაბამება 4D აეროდრომი.

კლასიფიკაცია მეტეოროლოგიური მინიმუმის მახასიათებელთა (მეტეომინიმუმის) მიხედვით.

აეროდრომზე ასაფრენ-დასაფრენი ოპერაციების განხორციელებისათვის იკაო-ს ნორმატივების მოთხოვნის შესაბამისად აეროდრომების კლასიფიკაცია (კატეგორირება) ხდება დასაშვები მეტეომინიმუმის მიხედვით კოდური აღნიშვნების გამოყენებით. კოდური აღნიშვნა შედგება ერთი (I და II კატეგორიისათვის) ან ორი (III კატეგორიისათვის) კოდური ელემენტისაგან.

აეროდრომების რუსული კლასიფიკაცია მოყვანილია СН 120-70, СНиП II-47-80, СНиП 2.05.08-85 მიხედვით შედგენილ 1.5 ცხრილში. ამ ნორმატივებითაა დაპროექტებული საქართველოში არსებული ყოფილ სსრკ-ს პერიოდში აშენებული აეროპორტები.

აეროდრომის კლასი ** მიიღება:

- ერთხოლიან აეროდრომებზე (ერთი აღზ – აღზ კლასით);
- მრავალხოლიან აეროდრომებზე (რამდენიმე აღზ – აღზ კლასის მიხედვით, რომლებსაც სტანდარტულ პირობებში აქვს ყველაზე მეტი სიგრძე), ზოგიერთ წყაროში ტერმინი „კლასი“-ს მაგივრად იყენებენ ტერმინს „კატეგორია“, ტერმინი „კლასიფიკაცია“-ს მაგივრად „კატეგორირება“.

საკლასიფიკაციო მასასიათებლები	მაჩვენებელთა სიდიდე აეროდრომის კლასების XX მიხედვით					
	A	Б	B	Г	Д	E
ადზ-ს მინიმალური სიგრძე სტანდარტულ პირობებში, მ	3200	2600	1800	1300	1000	500
ადზ-ს სიგანე, მ	60	45	42	35	28	21
ნორმალური დატვირთვის კატეგორია სხ-ს საყრდენზე	კ/გ* I	II	III	IV	V	VI
ნორმატიული დატვირთვა სხ-ს პირობით საყრდენზე, ტძ	85	55	40	30	8	5
სხ-ს ძირითადი საყრდენის ტიპი, მათ შორის დაიშვება	4 ბორბლიანი				ერთ ბორბლიანი	
ჰაერის შიდა დაწნევა პნევმატურ საბურავებში, მპა	1,0	1,0	1,0	1,0	0,6	0,4

კ/გ* - კატეგორიის გარეშე (უკატეგორიო, უმაღლესი კატეგორია) [85 ტძ]

აეროდრომების კლასი ჩვეულებრივ აღინიშნება A – 3200×60; Б – 2600×45; B – 1800×42; Г – 1300×35 და ა.შ.

რუსული კლასიფიცირება მისაღები სხ-ასაფრენი მასის მიხედვით შემდეგია:

- კლასის მიღმა (მასის შეზღუდვის გარეშე) – AH-124, AH-225, A-380 და ა.შ.
- 1 კლასის (≥ 75 ტ) – TY-154, ИЛ-62, ИЛ-76;
- 2 კლასის ($30 \div 75$ ტ) – AH-12, ЯК-42, TY-134;
- 3 კლასის (10-30 ტ) – AH-24, AH-26, AH-72, AH-140, ЯК-40;
- 4 კლასის (< 10 ტ) – AH-2, AH-3T, AH-28, AH-38, Л-140, М-101T.

რუსული სტანდარტებით ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის სიგრძე აეროდრომების კლასის მიხედვით შემდეგია:

კლასის გარეთ – 3500-4000 მ;

1 კლასის – 3000-3200 მ;

2 კლასი – 2000-2700 მ;

3 კლასი – 1500-1800 მ;

4 კლასი – 600-1200 მ.

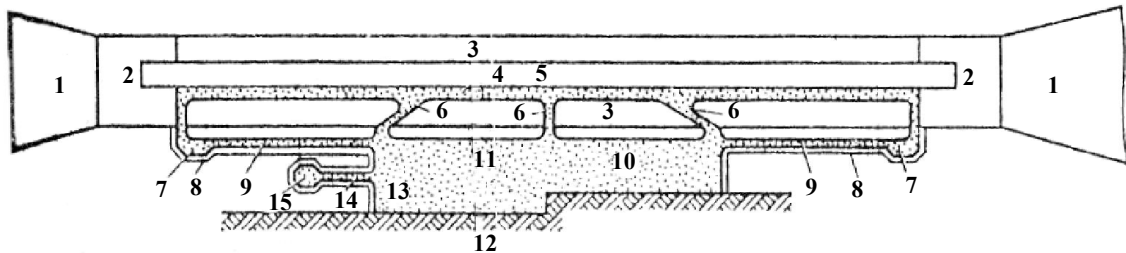
ამრიგად, 1 კლასი შეესაბამება A კლასს, 2 კლასი – Б-ს, 3 კლასი – B და Г, 4 კლასი – D-ს; E კლასია – დროებითი და სავსე აეროდრომები, შევეულად ასაფრენი მოედნები.

სამოქალაქო აეროდრომები 3-4 კლასით მიეკუთვნება ადგილობრივ საჰაერო ხაზებს (ასხ).

14. აეროდრომი და მისი ძირითადი ელემენტები

აეროდრომი თვითმფრინავის სამოძრაო ტერიტორიაა. იგი სხვა სამომსახურო-ტექნიკურ ტერიტორიასთან ერთად შედის აეროპორტის შემადგენლობაში.

თვით აეროდრომის შემადგენლობაშია: საფრენი ზოლი (სზ), საჭის (მანევრირების) ბილიკები (სბ), დასაყენებელი ადგილები (და), პერონი და სპეციალური დანიშნულების მოედნები (იხ. ნახ. 1.1).



ნახ. 1.1. ერთზოლიანი აეროდრომის ძირითადი ელემენტები:

1 – საჰაერო მისაფრენი ზოლები; 2 – უსაფრთხოების დაბოლოების ზოლები (უდზ); 3 – უსაფრთხოების გვერდითი ზოლები (უგზ); 4 – ასაფრენ-დასაფრენი ზოლი (ადზ), ხელოვნური ფენილით; 5 – ასაფრენ-დასაფრენი ზოლი, გრუნტის ფენილით; 6 – შემაერთებელი სასაჭე (სამანევრო) ბილიკები (სბ); 7 ძრავის გასაშვები მოედნები; 8 – აეროდრომის საზღვარი; 9 – მაგისტრალური საჭის ბილიკები (მსბ); 10 – პერონი; 11 – დასაყენებელი ადგილი (და); 12 – სამოსამსახურო ტერიტორია; 13 – ანგარის წინა მოედანი; 14 – სასაჭე დამხმარე ბილიკი; 15 – დევიაციის მოსაცილებელი მოედანი.

საფრენი ზოლი შედგება ასაფრენ-დასაფრენი ზოლისაგან (ადზ), უსაფრთხოების, დაბოლოების და ნაპირა ზოლებისაგან.

ადზ გამოიყენება თვითმფრინავების ასაფრენად და დასაფრენად. როგორც ერთი, ასევე მისი საწინააღმდეგო მიმართულებით. ადზ შეიძლება იყოს ხელოვნური ფენილით (ხადზ) და გრუნტის ფენილით (გადზ). უსაფრთხოების, დაბოლოების და გვერდითი ზოლები გამოიყენება საჭირო ტრაექტორიიდან თვითმფრინავის შემთხვევითი გადახრისას ავარიის თავიდან ასაცილებლად. ადზ მოწყობილია შუქნიშნების სისტემით და რადიოტექნიკური საშუალებებით, რომელთა დახმარებით უსაფრთხოდ და შეუცდომლად უნდა შესრულდეს აფრენა-დაფრენის ოპერაციები დღისით და ცუდი მხედველობის პირობებში. ამ პირობებით, აგრეთვე თვითმფრინავის (სზ) საფრენოსნო მახასიათებლების საბორტე სასიგნალო და რადიოტექნიკური მოწყობილობის მიხედვით განსაზღვრავენ „ამინდის მინიმუმს“, რომლის დროსაც შეიძლება აფრენა-დაფრენა. ამინდის მინიმუმი განაპირობებს მხედველობის მინიმალურ მანძილს ღრუბლების განლაგების სიმაღლის გათვალისწინებით, ვინაიდან საფრენი ზოლის მიმართ სწორი ორიენტაციისათვის თვითმფრინავი აეროდრომის თავზე ზოგჯერ აკეთებს რამდენიმე წრეს.

პრაქტიკაში მიღებულია ამინდის მინიმუმის სამი კატეგორია:

I – დასაფრენად მანევრირების დაწყება $H = 60$ მ სიმაღლეზე და $L = 800$ მ მხედველობის არის პირობებში;

II – შესაბამისად $H = 30-60$ მ და $L = 400-800$ მ;

III – $H = 300$ მ და $L = 400$ მ.

მხედველობის არის განსაზღვრისას საორიენტაციოდ მიღებულია სპეციალური მაშუქები, მარკერები და სხვა, რომელთა დანახვა შეიძლება 5 მ სიმაღლიდან. საორიენტაციო საშუალებები საჭიროა არა მარტო ხელოვნური ფენილის მქონე ასაფრენ-დასაფრენი ზოლისათვის, არამედ მისი პარალელური გრუნტის ზოლისათვისაც, რომელზედაც ხდება აფრენა-დაფრენა ძირითად ზოლზე სარემონტო სამუშაოების ჩატარებისას და ავარიულ შემთხვევებში.

საჭის (სამანევრო) ბილიკი შეიძლება იყოს მაგისტრალური ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის გასწვრივი-პარალელური.

შემაერთებელი ბილიკები გამოიყენება მაგისტრალური ბილიკის მისაერთებლად დაყენების ადგილებთან, პერონთან ან ცალკეულ მოედნებთან. თვითმფრინავების დაყენების ადგილზე ხდება მათი შენახვა და მომსახურება. პერონზე თვითმფრინავები ჩერდებიან მოკლე დროით – მგზავრების ჩასხდომა-გადმოსვლის, ტვირთის დატვირთვა-გადმოტვირთვის და ტექნიკური მომსახურებისათვის.

სპეციალური დანიშნულების მოედნებზე წარმოებს თვითმფრინავების სხვადასხვა სახის მომსახურება: კომპასების დევიაციის (გადახრის) და ანტენის შესწორება*.

საფრენი ზოლები შეიძლება განლაგებული იყოს ერთმანეთის პარალელურად, ერთმანეთისაგან 240, 500 ან 1050 მ-ის დაცილებით. ზოლები შეიძლება განლაგდეს ერთმანეთის გადაკვეთით 45° -იანი კუთხით.

ასაფრენ-დასაფრენ ზოლზე კეთდება მონიშვნები, დაფრენის მაგნიტური სვლის კუთხის, მხედველობის ფარის, დაფრენის ზოლის, ფიქსირებული მანძილის ზონის, გრძივი ღერძის, გვერდითი ნაპირების და სხვათა აღსანიშნავად. მონიშვნა შეიძლება იყოს როგორც დღისით, ასევე ღამით (მანათობელი) შესამჩნევი. საფრენ ზოლებზე დაიტანება აგრეთვე მუდმივი და დროებითი მონიშვნის (მარკირების) ნიშნები, რომლებიც განსაზღვრავენ ასაფრენ-დაფრენის პირობებს და მდგომარეობას.

ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის ბოლოებზე 30-75 მ-ის მანძილზე ბუნებრივ გრუნტს ხელოვნურად ამაგრებენ. აღზ-ის ხელოვნური ფენილიდან გრუნტის

* ეს პრობლემა წარმოიშვა საზღვაო ხომალდების მშენებლობაში ლითონის კორპუსების გამოყენების გამო, განსაკუთრებით მთლიანი ლითონის გემების წარმოების დაწყებიდან XIX ს-ის 30-40 წწ. ამერიკაში, ბრიტანეთში, ევროპაში.

ფენილზე გადასვლა უნდა ხდებოდეს მდორედ თვითმფრინავის თვლებზე დინამიური ბიძგების გარეშე.

1.5. თვითმფრინავის თვლების ზემოქმედება აეროდრომის ფენილებზე

თანამედროვე თვითმფრინავების თვლებზე ძირითადად დაყენებულია მაღალი წნევის პნევმატური საბურავები. მთავარი თვლებისათვის გამოიყენება სამი ტიპის საბურავები: თაღური, მაღალი წნევის და ნახევრად ბალონური. უკანა (კუდა) თვალზე – თაღური საბურავი. ნახევრადბალონურ საბურავებს იყენებენ თვითმფრინავებზე, რომელთა დაფრენის სიჩქარე 160 კმ/სთ-მდეა. საშუალო დაწოლა $q_{საშ}$ ფენილზე ცოტათი მეტია საბურავის შიგა ჰაერის წნევაზე q_0 . ჩვეულებრივად მიღებულია, რომ

$$q_{საშ} = Kq_0, \quad (1.1)$$

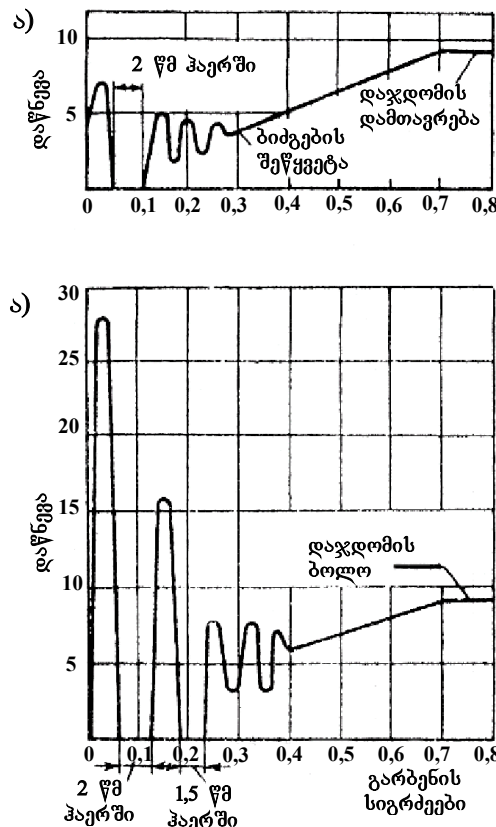
სადაც K – კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია დაბურავის კონსტრუქციაზე და მისი ზედაპირის სისწორეზე. საშუალოდ $K = 1,1$.

საბურავის ზედაპირის დაღარული ფორმის გამო უშუალოდ საბურავის ფენილთან შეხების (საკონტაქტო) წერტილებში ფაქტიური წნევა იზრდება. ამის გათვალისწინებით K შეიძლება იცვლებოდეს საზღვრებში $K \approx 1,5 - 1,7$.

დაწნევის ფაქტიური სიდიდე განაპირობებს ფენილის ცვეთისა და დეფორმირების პირობებს. თვლისაგან დაწოლის ძალის სიდიდე მცირდება სიჩქარის გაზრდასთან ერთად, აფრენის წინ კი იგი მინიმალურია. თვლის საბურავის დაწნევა მკვეთრად იზრდება ფენილზე ამონაბურცებთან და ბეტონის ფილების ამოწეულ წიბოებთან შეჯახებისას, ჩაღრმავებებში ჩახტომისას გორვის მომენტში. ამ დროს ადგილი აქვს ფენილზე დინამიკურ დარტყმებს. დინამიკური ზემოქმედების კოეფიციენტი $K_{დინ}$ იზრდება სიჩქარის გაზრდასთან დაკავშირებით ერთი მხრიდან, დინამიკური დარტყმის ძალის გაზრდისა და მეორე მხრივ, საბურავის დიდი სიჩქარით ბრუნვის მომენტში საბურავის ერთგვარად „გახისტების“ გამო. პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ 1-2 სმ-ის სიმაღლის უსწორმასწორობა იწვევს დინამიური დარტყმის ძალის გაზრდას 20-30%-ით სტატისტიკურთან შედარებით, ხოლო 3, 5-4 სმ სიმაღლის უსწორმასწორობა კი თითქმის 45%-მდე ზრდის დარტყმის ძალას ფენილის უსწორმასწორობის გამო თვალიდან ფენილზე გადაცემული ძალა იცვლება. დაწოლის ძალის ცვალებადობა ხდება აგრეთვე აწევის ძალის ცვალებადობის გამო. სიმძიმის, წვევის და

დინამიკური დარტყმების ძალების გარდა ფენილზე მოქმედებს ვიბრაციული ძალები ძრავების ამუშავების პერიოდში. ვიბრაციული რხევები განსაკუთრებით უარყოფითად მოქმედებენ გრუნტის საფუძვლის ტენიანობით შესუსტების პირობებში. დიდი მნიშვნელობა ეძლევა აგრეთვე ძალების განმეორებით მოქმედებას. განმეორებითი მოქმედება ყველაზე უფრო ძლიერია საჭით სამართავ ბილიკებზე (ზოლებზე) მათი სავალი ნაწილის სივიწროვის (შეზღუდულობის) გამო. სამაგიეროდ ასეთ ბილიკებზე მოძრაობის სიჩქარის სიმცირის (20-30 კმ/სთ) გამო დინამიკური დარტყმების გავლენა მეტად შემცირებულია. როგორც ვხედავთ საავტომობილო გზების ფენილებთან შედარებით აეროდრომის ფენილების სისწორის უზრუნველყოფა გაცილებით უფრო მნიშვნელოვანია მაღალი სისწრაფისა და ბორბალზე მოსული დიდი დატვირთვების გამო.

დინამიკური დარტყმითი ზემოქმედების თვალსაზრისით ყველაზე რთულ პირობებში მუშაობა უხდება საფრენი ზოლის დაბოლოებებს. დაფრენისას დარტყმის მომენტში ძალების სიდიდე მნიშვნელოვნად აღემატება სტატიკურ სიდიდეს (ნახ. 1.2).



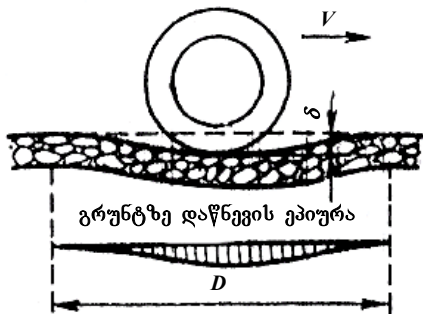
ნახ. 1.2. თვითმფრინავის თელის დაწოლის ძალის (H) ცვალებადობის გრაფიკი, თვითმფრინავის დაჯდომისას გარბენის მანძილი (L) მიხედვით.
ა – ნორმალური დაჯდომისას; ბ – დარტყმითი დაჯდომისას

ბიძგით დაჯდომისას ფენილზე ფაქტიურმა დაწოლის სიდიდემ 3-ჯერ შეიძლება გადააჭარბოს სტატიკურ დატვირთვას. ამის გამო თვითმფრინავის ძარის

სიმტკიცის კოეფიციენტი შეადგენს 3, 5-4, 5-ს. დატვირთვის რეჟიმის სირთულის თვალსაზრისით ყველაზე უკეთეს მდგომარეობაშია ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის შუა ნაწილი, სადაც თვითმფრინავი დიდი სიჩქარით მოძრაობს და თვლები მცირე ხნით ეხება ფენილს.

პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ თუ ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის განაპირა ნაწილებში ფენილის ბეტონის ფილების საერთო რაოდენობიდან დაზიანებულია 80%, მისი შუა ნაწილის შესაბამისი მანძილის ზოლის შუა მონაკვეთიდან დაზიანებული აღმოჩნდება მხოლოდ 20%.

ვერტიკალური ძალის მოქმედების შედეგად ფენილი განიცდის ჩაღუნვას (ნახ. 1.3).



ნახ. 1.3. ფენილის ჩაღუნვის სქემა თვითმფრინავის თვლის ქვეშ

ჩაღუნვის „თეფშის“ რადიუსი გამოითვლება ფორმულით:

$$r = 4 \cdot L = 4 \cdot H \sqrt[3]{\frac{E_b}{\sigma E_{gr}}}, \quad (1.2)$$

სადაც L არის ფენილის სიხისტის კოეფიციენტი; H – ფენილის სისქე; E_b – ბეტონის დრეკადობის მოდული; E_{gr} – საფუძვლის გრუნტის დრეკადობის მოდული.

აქედან გამომდინარე ფენილის მასა m , რომელიც ჩაირთვება რხევებში, ტოლია:

$$m = \frac{a}{g} = \frac{\pi^2 H \gamma}{g} = \frac{16 \pi Y H^3}{g} \sqrt[3]{\left(\frac{E_b}{E_{gr}}\right)^2}, \quad (1.3)$$

სადაც γ არის ფენილის მოცულობითი წონა.

ძალა, რომლითაც ფენილს შეუძლია შეამციროს ვერტიკალურად მოდებული გარეგანი ძალა, ტოლია:

$$F = \frac{16 \pi Y H^3}{g} \sqrt[3]{\left(\frac{E_b}{E_{gr}}\right)^2} \cdot \frac{d^2 \varepsilon}{dt^2}, \quad (1.4)$$

სადაც ε არის ფენილის დეფორმაცია; t – დეფორმაციის განვითარების დრო.

ამ ფორმულიდან აშკარად ჩანს, რომ F ძალის სიდიდე ანუ მოდებული ძალის შემცირება პირდაპირპროპორციულია ფენილის სისქისა.

ვერტიკალური ძალის გარდა ფენილებზე მოქმედებს თვლიდან გადაცემული პორიზონტალური ძალა, რომელიც წარმოიქმნება თვლების დამუხრუჭებისას

გორვის ხახუნისაგან და ამობურცულ ან ჩაწეული ადგილის წინა მხარეზე თვლის დაჯახებისას. ჰორიზონტალური ძალები იწვევენ ძვრის დეფორმაციებს. დამუხრუჭებისას ჰორიზონტალური ძალა ტოლია:

$$F_{\text{გ}} = \varphi G. \quad (1.5)$$

გორვისას, განსაკუთრებით დაფრენის მომენტში:

$$F_{\text{გ}} = fG, \quad (1.6)$$

სადაც φ არის თვლის ფენილთან ჩაჭიდების კოეფიციენტი; f – გორვის წინაღობის კოეფიციენტი; G – თვალზე მოსული ვერტიკალური დატვირთვა.

გორვის ხვედრითი წინაღობა უსწორმასწორო ფენილზე გამოითვლება ფორმულით

$$f = \frac{F}{G} = \frac{2v^2 G}{Dg} \mu \frac{\sum_i^n h}{L}, \quad (1.7)$$

სადაც μ არის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დრეკადი საბურავის მიერ დაგროვებული ენერგიის ნაწილის დაბრუნებას, აიღება 0,7-0,9; h – ფენილზე ამონაბურცის სიმაღლე.

საბურავში წნევის შემცირებით გორვის წინაღობა იზრდება, ხოლო სიჩქარის მომატებით გორვისათვის საჭირო ენერგია მკვეთრად იზრდება.

გორვის წინაღობის f კოეფიციენტის მნიშვნელობა შემდეგია:

ცემენტბეტონისა და ასფალტბეტონის ფენილებისათვის – 0,01÷0,02;

დეფორმირებული ფენილებისათვის – 0,04÷0,05;

დატკეპნილი თიხნარი, გრუნტი – 0,05÷0,15;

სველი და დეფორმირებული გრუნტის ფენილებისათვის – 0,15-0,3.

თვლის ფენილთან ჩაჭიდების კოეფიციენტი φ წარმოადგენს დამუხრუჭების ძალის F ფარდობას თვალზე მოსული ვერტიკალური G ძალისაგან.

F ყველაზე მაქსიმალურია თვლის გასრიალების დაწყების მომენტში (0,07-0,12 წმ-ის განმავლობაში), რომლის დროსაც შეიმჩნევა საბურავის ყველაზე უფრო მეტი გაცვეთა. ჩაჭიდების ძალა და შესაბამისად ჩაჭიდების კოეფიციენტი მნიშვნელოვნად მცირდება ფენილის დასველების, დატალახიანების ან მოყინულობის შემთხვევაში, ასევე საბურავს გაცვეთის ხარისხის მიხედვით.

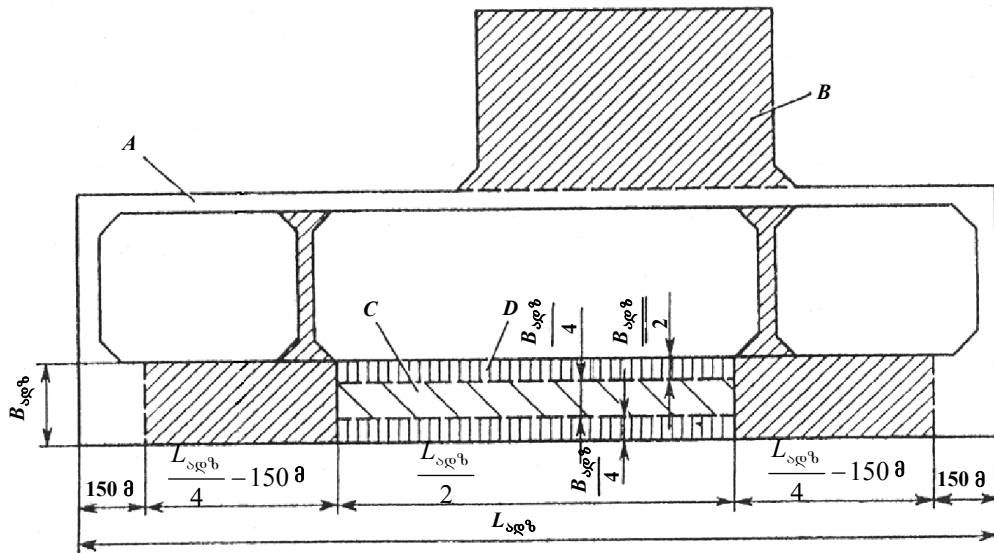
საავტომობილო გზის საფარის ანალოგურად ადზ-ს ზედაპირზე ჩაჭიდების კოეფიციენტი მცირდება თვლის გადაადგილების სიჩქარის გაზრდით. ფენილის გლუვ ზედაპირზე შესაძლებელია ადგილი ჰქონდეს თვლის წყლის აფსკზე გასრიალებას – აქვაპლანირებას – „წყლის სოლის“ შექმნას. მშრალ და ხორკლიან

ფენილზე ჩაჭიდების კოეფიციენტი შეიძლება იყოს 0,7-1,0; სველი ფენილისათვის 0,5; ტალახიანი ფენილისათვის – 0,2; მოყინული ფენილისათვის – 0,1 და სველი ბალახიანი ფენილისათვის – 0,1. ამის გათვალისწინებით საჭიროა სველი ფენილის გაშრობის დაჩქარება და მოყინული ფენის მოცილება ცხელი გაზების შებერვით. სველი ბეტონის ფენილებზე სხვადასხვა სიჩქარისათვის რეკომენდებულია ჩაჭიდების კოეფიციენტის სხვადასხვა საანგარიშო მნიშვნელობები: $v=60$ კმ/სთ-სთვის $\phi=0,47$; $v=130$ კმ/სთ-ისთვის $\phi=0,3$ და $v=180$ კმ/სთ-სთვის $\phi=0,23$ და ა.შ.

დაფრენის და აფრენის პროცესებში თვითმფრინავიდან თვლებზე გადაცემული დატვირთვები იცვლება. შესაბამისად, ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის სხვადასხვა უბანზე გაეღისას ამ ფენილზე გადაცემული ვერტიკალური დატვირთვა სხვადასხვაა. ამის გამო ეკონომიურობის თვალსაზრისით საფრენ ზოლზე ხელოვნური ფენილები კეთდება შესაბამისად ცვალებადი სიმტკიცით, ანუ ცვალებადი სისქით, როგორც გრძივად, ისე განივად, მაგრამ ყოველთვის გათვალისწინებული უნდა იქნას ის ფაქტი, რომ შესაძლებელია დაირღვეს ფრენის დაკანონებული რეჟიმი და დატვირთვა შეუსაბამო აღმოჩნდეს გარკვეული ადგილისათვის (ნახ. 1.4 და 1.5). ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციით საფრენი ზოლის დაბოლოებისათვის, შუა ნაწილისათვის და აეროდრომის სხვადასხვა ნაწილებისათვის რეკომენდებულია სხვადასხვა დინამიკურობის კოეფიციენტები. საფრენი ზონის დაბოლოების ფამოკლებით შესაძლებელია ზოლის განივად მოეწყოს სხვადასხვა სიმტკიცის ფენილი. ნაპირებში 10-15%-ით უფრო ნაკლები სიმტკიცის, ვიდრე მის შუა ნაწილში. ძალის მოქმედების დინამიკურობის კოეფიციენტი აიღება: ჩვენში მომქმედო ნორმატივებით საფრენი ზოლის ბოლოებისათვის და მაგისტრალური სახის ბილიკებისათვის 1,2-1,3; ზოლის შუალედი ნაწილისათვის – 1,1; დანარჩენი ადგილებისათვის – 1,1-1,2. საზღვარგარეთ მიღებულია მისი კიდევ უფრო მეტი მნიშვნელობა – 1,8-2. ნაკლები მნიშვნელობა შეესაბამება წნევას (საბურავში) 1 მპა-მდე, მეტი მნიშვნელობა წნევას 1-1,5 მპა-ის ფარგლებში.

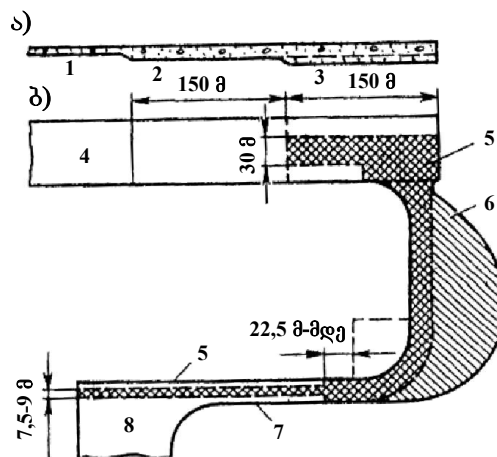
საზღვარგარეთის განვითარებულ ქვეყნებში, მაგ. აშშ-ში ტექნიკური პირობები მოითხოვენ, რომ ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის ბოლო ნაწილზე ფენილი იყოს უფრო სქელი და მტკიცე, ვიდრე მის ძირითად ნაწილზეა. ბორბლების უფრო სწორი შეხების გასათვალისწინებლად საჭის ბილიკის ცენტრალურ ნაწილს და ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის ბოლოში 30 მ სიგანის შუა 150 მ-ის სიგრძეზე აპროექტებენ თავმოყრილ დატვირთვაზე.

ნახ. 1.4-ზე წარმოდგენილია აეროდრომის ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის ფენილის სხვადასხვა ჯგუფებად დაყოფის ტიპური სქემა.



ნახ. 14. აეროდრომის ფენილის A, B, C და D ჯგუფებად დაყოფის სქემა

სახლვარგარეთის განვითარებულ ქვეყნებში, მაგ. აშშ-ში ტექნიკური პირობები მოითხოვენ, რომ ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის ბოლო ნაწილზე ფენილი იყოს უფრო სქელი და მტკიცე, ვიდრე მის ძირითად ნაწილზეა. ბორბლების უფრო სწორი შეხების გასათვალისწინებლად საჭის ბილიკის ცენტრალურ ნაწილს და ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის ბოლოში 30 მ სიგანის შუა 150 მ-ის სიგრძეზე აპროექტებენ თავმოყრილ დატვირთვაზე ნახ. 10.5.

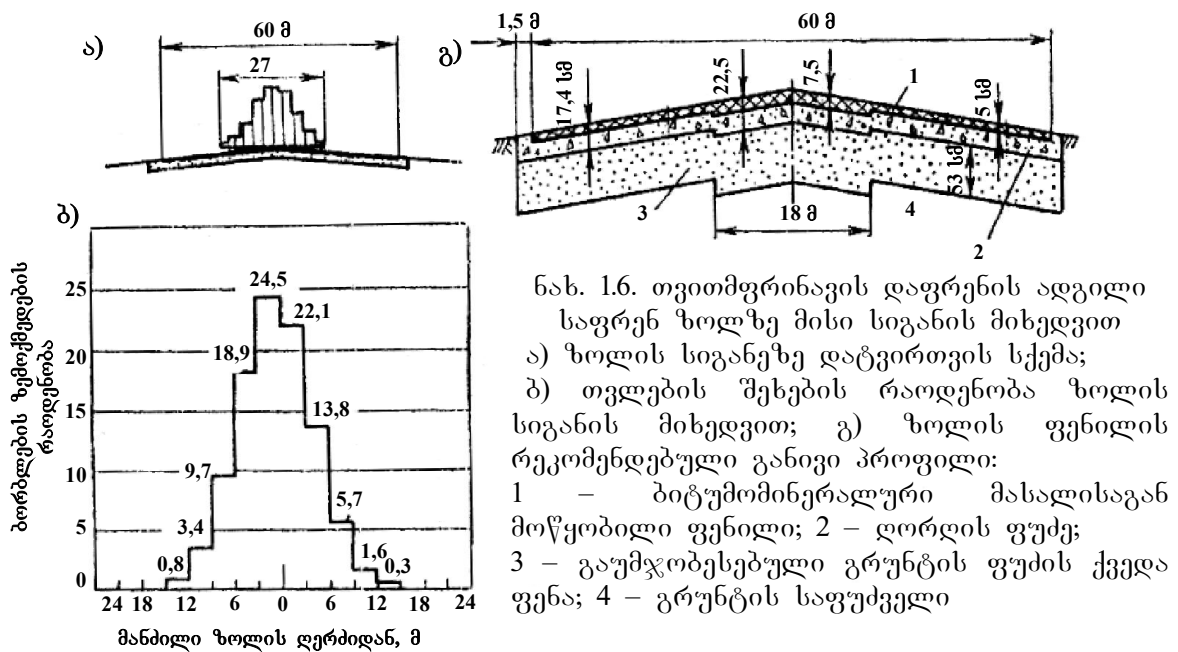


ნახ. 15. სხვადასხვა სიმტკიცის ზონებად ფენილების დაყოფის ამერიკული სქემა

ა - ზოლის გრძივი ჭრილი; ბ - გეგმა

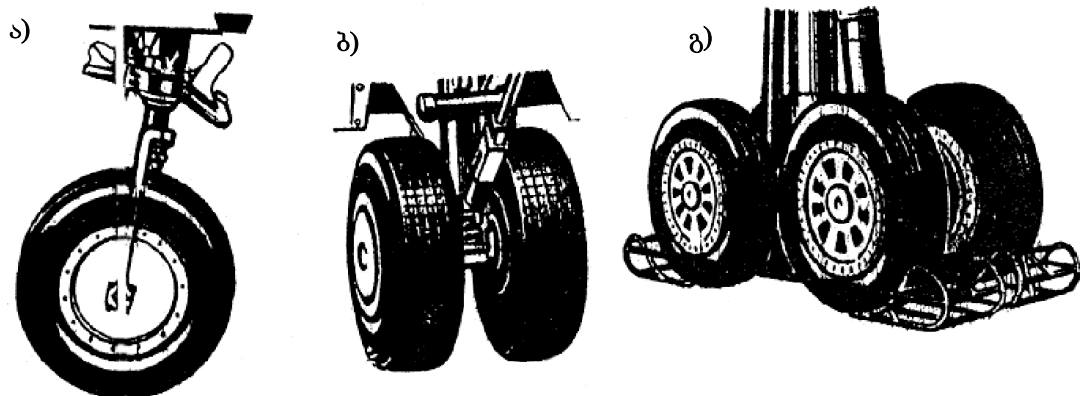
1 - ადზ-ს შუა ნაწილი; 2 - ადზ-ს ბოლო ნაწილი; 2 - სამოძრაო ზოლის მონაკვეთი; 4 - ასაფრენ დასაჯდომი ზოლი; 5 - დიდი სისქის ზოლი ფენილზე; 6 - ფენილის რეაქტიული ძრავის გაზების ნაკადისაგან დამცავი ფენა; 7 - საჭის ბილიკი; 8 - დგომის ადგილი.

მეტი საიმედოობისათვის მიღებულია, რომ საფრენი ზოლის დაბოლოებებზე თვითმფრინავის თვლების გორვა გათვალისწინებულია ერთ და იგივე ნაკვალევზე (ნახ. 1.6).



თვლების შეხების რაოდენობათა ასეთი ეპიურა დამახასიათებელია საფრენი ზოლისათვის მთელ სიგრძეზე.

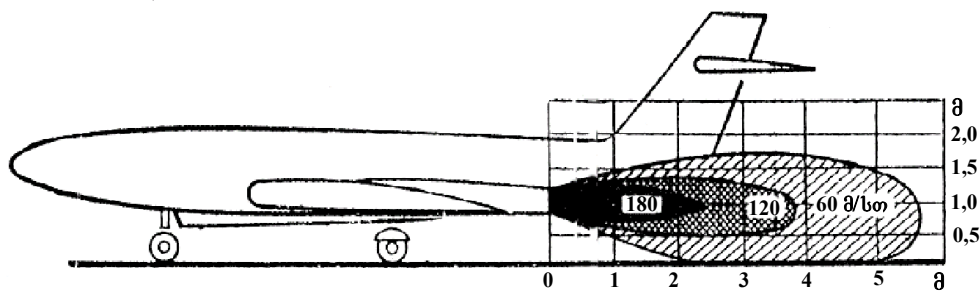
თვითმფრინავის წონის ძალა ფენილზე გადაეცემა სამი საყრდენიანი ძარათი. აქედან ორი მთავარი და ერთი ცხვირა საყრდენების საშუალებით. ცხვირა საყრდენზე გადაეცემა მთელი სიმძიმის 10-20%. საყრდენი შეიძლება იყოს ერთ თვალზე, შეწყვილებულ ორთვალა და უკანა ოთხთვალა, 70-130 სმ დაშორებით წინა და უკანა შეწყვილებულ თვლებს შორის (ნახ. 1.7).



ნახ. 1.7. თვითმფრინავის საყრდენები.
 აქ – ერთეული ბორბალი; ბ – შეწყვილებული ბორბალი ერთ ღერძზე; გ – ოთხბორბლიანი ურიკა

1.6. თვითმფრინავის ძრავებიდან წარმოქმნილი გაზების ნაკადის მოქმედება აეროდრომის ფენილებზე

თვითმფრინავიდან გამონაბოლქვი ცხელი გაზების (რეაქტიული ძრავებიდან) და ჰაერის (ხრახნიანი ძრავებიდან) მძლავრი ნაკადი დიდ გავლენას ახდენს ფენილზე და ართულებს მისი მუშაობის პირობებს. გამონაბოლქვი ცხელი გაზების ტემპერატურა აღწევს $600-900^{\circ}\text{C}$, გამოტყორცნის სიჩქარე კი 600 მ/წმ. ეს ნაკადი შემდეგ მარაოსავით იშლება $6-6,5^{\circ}$ – კუთხით და $12-15$ მ სიგანით (ერთი ძრავიდან) ტურბორეაქტიული ძრავებიდან გამოტყორცნილი გაზების ნაკადს ემატება ხრახნის რეაქტიული დაწოლისაგან შექმნილი ჰაერის მძლავრი ნაკადი, რომელიც გრძელდება $30-40$ მ-ის მანძილზე. ცხელი გაზების ტემპერატურა ნაკადის სიგრძის მიხედვით მცირდება და ფენილთა შეხებისას მაინც ინარჩუნებს $250-350^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურას და $60-180$ მ/წმ ნაკადის სიჩქარეს (ნახ. 1.8).



ნახ. 1.8. რეაქტიული თვითმფრინავის ძრავიდან გამონატყორცნი ნამწვი გაზების ნაკადის გავრცელების სქემა

ნამწვი გაზების ნაკადი ელიფსური ფორმისაა და მის ზემოქმედების ფართობს უწოდებენ. თანამედროვე სატრანსპორტო თვითმფრინავების გაზის ნაკადის ველის სიგრძეა $50-60$ მ ბილიკზე მოძრაობისას. მაქსიმალური მუშაობის პირობებში აფრენისას კი $80-100$ მ. ნაკადის სიგანე შესაბამისად შეადგენს $20-30$ და $30-50$ მეტრს.

ორი ათეული წუთის განმავლობაში ერთ ადგილზე მუშაობის შემდეგ ცხელი გაზებისაგან ბეტონის ფენილის ზედაპირის ტემპერატურამ შეიძლება მიაღწიოს $120-205^{\circ}\text{C}$. ფენილის ქვედა ფენა ამ დროს შეიძლება მცირედ გათბეს. რაც შეიძლება გახდეს ბეტონის ფილის ჩაღუნვის მიზეზი. ამიტომ, რომ სასტარტო ზოლზე ფენილისათვის ($100-150$ მეტრის მანძილზე) დასაშვებია 200°C და გაზის ნაკადის სიჩქარე 100 მ/წმ ასფალტბეტონისათვის კი შესაბამისად დასაშვებია $100-120^{\circ}\text{C}$ ($4-6$ წუთის განმავლობაში). შავი ღორღის ფენილი საერთოდ ვერ უძლებს ასეთ ტემპერატურულ რეჟიმს. მცენარეული საფარი სწრაფად შრება და იწვის, გაზების ნაკადისაგან გრუნტის ნაწილაკები ადვილად ცვივდება და

შიშვლდებიან ფესვები. მათთვის ზღვრულ სიდიდეებად მიღებული 20 მ/წმ და 30-40°C, საჭიო მანევრირების ბილიკზე და 20-100 მ/წმ და 50-150°C გაჩერების ადგილზე.

ცხელი გაზები თუ ხანგრძლივად მოქმედებენ თვითმფრინავების დგომის ადგილის, ბეტონის ფენილზე, მაშინ ტემპერატურული ნაკერებიდან ადვილად ამოიღვენება გამდნარი ბიტუმის მასტიკა, ამიტომ საჭიროა მათი დაფარვა ცეცხლგამძლე აფსკებით. მეტად უარყოფითად მოქმედებს ფენილზე შემთხვევით დადინებული ნავთობის პროდუქტები, რომლებიც ხელს უწყობენ ბიტუმის დაშლას. პრაქტიკაში ზოგჯერ იყენებენ გაზების ნაკადის მიმართულების შემცვლელ ბარიერებს, რათა აიცილონ ისინი ფენილის ზედაპირს. ამ თვალსაზრისით კარგ შედეგს იძლევა თვითმფრინავის გადაადგილება საწევარის გამოყენებით, რეაქტიული ძალების გარეშე.

1.7. აეროდრომის საფრენი ველის რელიეფი

თვითმფრინავების აფრენა-დაფრენა და მანევრირების უსაფრთხოებისთვის, მიზანშეწინილია შეძლებისდაგვარად საფრენი ველის მიმდებარე რელიეფი უნდა იყოს ვაკე. იმავდროულად რელიეფს ეძლევა მინიმალური დახრა ზედაპირული წყლების ასაცილებლად.

არსებული (ბუნებრივი) რელიეფის წერტილების ვერტიკალური მდებარეობის (აწვეის სიმაღლის) აღსანიშნავად პირობითად მიღებულია შავი ნიშნულები, ხოლო ერთი და იგივე სიმაღლის წერტილების შემაერთებელი ხაზებისათვის შავი ჰორიზონტალები. პროექტით მიღებული აეროდრომის საპროექტი წერტილების აღსანიშნავად მიღებულია წითელი ნიშნულები, ხოლო მათ შემაერთებელი საპროექტო ხაზების აღსანიშნავად – წითელი ჰორიზონტალები. შავსა და წითელ ნიშნულებს შორის განსხვავება წარმოადგენს მუშა ნიშნულებს, რომლის მიხედვითაც აწეობენ ჭრილს ან ყრილს. ნულოვან ნიშნულზე მიწის სამუშაოები არ ტარდება.

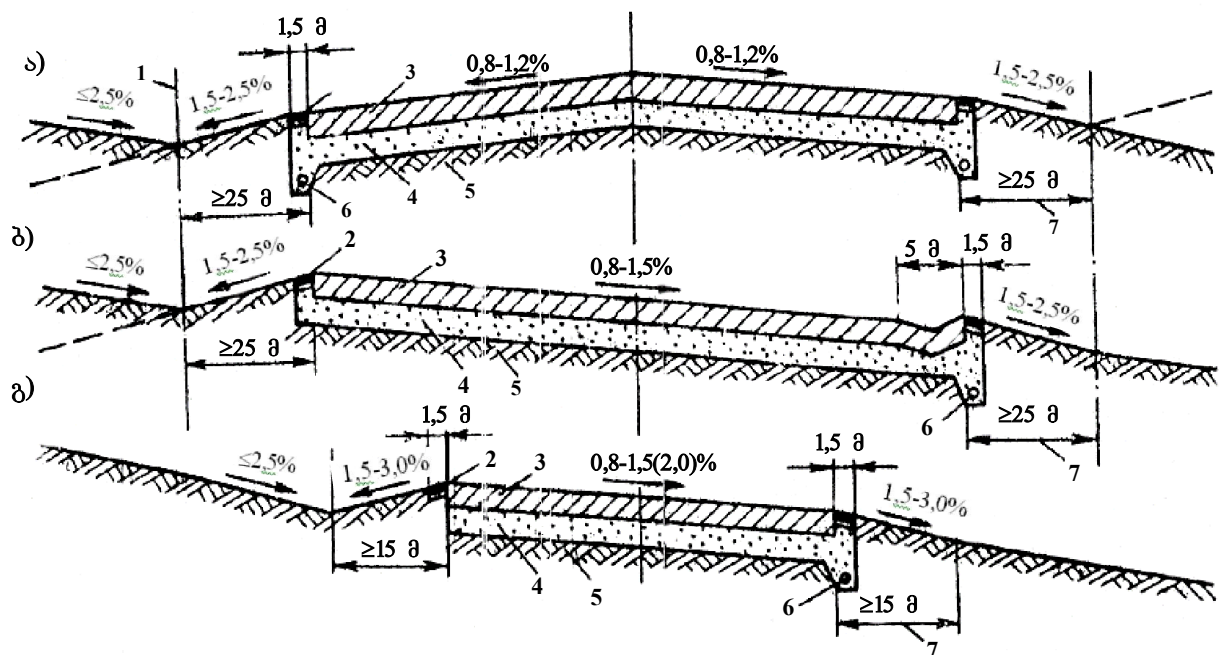
მიწის ზედაპირიდან ასაცილებლად (ჩამოსადენად) საჭიროა ზედაპირის ქანობი არანაკლებ 0,5%-ისა. ჩვეულებრივად მაღალი კლასის აეროდრომებზე საფრენ და სამანევრო ზოლების გრძივი ქანობი არ უნდა აღემატებოდეს 2%-ს, დაბალი კლასის აეროდრომების ზოლებისათვის – 3%-ს. თითქმის იგივე საზღვრებში უნდა იცვლებოდეს საფრენი ზოლების და საჭიო სამანევრო ბილიკების ერთმხრივი ან ორმხრივი განივი ქანობები.

გრუნტის რელიეფის ქანობების განსაზღვრისათვის საჭიროა მხედველობაში იქნას მიღებული გრუნტის ზედაპირის წარეცხვის შესაძლებლობა ატმოსფერული ნალექებიდან.

წყლის აცილების თვალსაზრისით აეროდრომის რელიეფს შეიძლება ჰქონდეს სხვადასხვა ქანობიანი გეომეტრიული სიბრტყეებისა და მრუდების შენაცვლებითი ფორმა; ერთ ან ორმხრივად დახრილი, უნაგირა, თეფშისებური, წყალგამყოფი და სხვა. სხვადასხვა ქანობების შეუღლება უნდა ხდებოდეს მრუდებით, რომელთა რადიუსების მინიმალური სიდიდე შეზღუდულია თვითმფრინავის უსაფრთხო (მდორედ) მოძრაობის პირობით.

ამგვარად, ასაფრენ-დასაფრენი ზოლი შეიძლება წარმოადგენს ერთმანეთთან მრუდებით შეერთებულ სწორ ხაზებს. საერთო მხედველობის არის უზრუნველყოფით.

ზოლის განივი პროფილი უმჯობესია იყოს სიმეტრიულად, ღერძზე ამოქნეპილი ორმხრივი ქანობით (ნახ. 1.9).



ნახ. 1.9. ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის და საჭის მანევრირების ბილიკის განივი პროფილი.

- ა – ასაფრენ-დასაფრენი ზოლის ორმხრივი დაქანების მქონე პროფილი;
 ბ – ზოლის ერთმხრივი პროფილი; გ – საჭის მანევრირების ბილიკის ერთმხრივი დაქანების პროფილი; 1 – გრუნტის ღარის ღერძი; 2 – გარდამავალი გრუნტ-ღორღოვანი ზოლი; 3 – ფენილი; 4 – ფუძე; 5 – ბუნებრივი საფუძველი; 6 – წარბასიქითა დრენაჟი; 7 – გრუნტის გვერდული

ცალმხრივი განივი ქანობის მქონე პროფილი კეთდება იშვიათად იმ შემთხვევაში, როდესაც აეროდრომის რელიეფი ერთმხრივად დახრილია და

ქანობით მეტია 1%-ზე. საფრენი ზოლის დაბოლოებებს, რომელთაგან თითოეულის სიგრძე შეადგენს 1/4-1/6-ს ზოლის საერთო სიგრძიდან, უნდა ჰქონდეს ერთი და იგივე ქანობები.

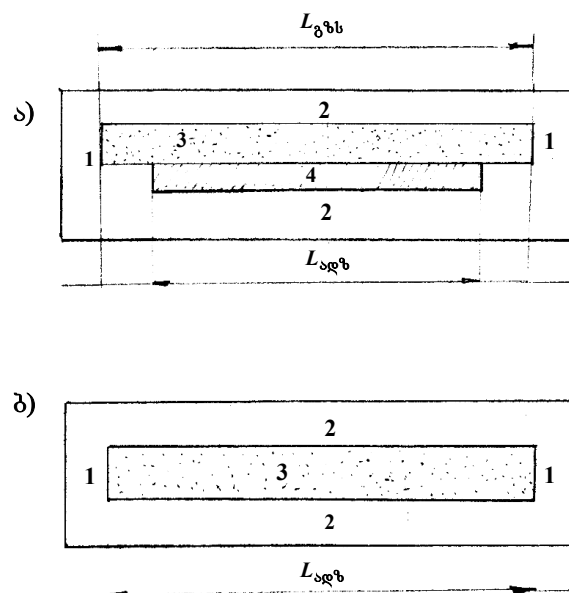
ფენილიდან წყალი გვერდულად ჩაედინება დახურულ ან ღია ღარებში, რომლებსაც შეიძლება ჰქონდეს ხერხისებური გრძივი პროფილი და განლაგებული იქნას ფენილის ნაპირა წიბოს გასწვრივ.

აეროდრომის საზღვრებს გარეთ კი წყლის გასატარებლად გამოიყენება ჩაღრმავებული კოლექტორები.

ბეტონის ღია ღარებში წყლის დინებისათვის საჭირო მინიმალური ქანობი შეადგენს 0,25-0,3%-ს. აფრენა-დაფრენის ზოლზე წყლის აცილების თვალსაზრისით უკეთესია, როდესაც ზოლის გრძივი პროფილი შუაში ამოწეულია და დაბოლოებების ქანობები მცირეა.

1.8. აეროდრომის გრუნტის საფრენი ზოლები

გრუნტის საფრენი ზოლები კეთდება თითქმის ყველა კლასის აეროდრომზე, როგორც ძირითადი (დაბალი კლასის) და როგორც დამატებითი (სარეზერვო) უსაფრთხო ზოლი (მაღალი კლასისათვის). გრუნტის საფრენ ზოლზე ხელოვნური ფენილი არ კეთდება (იხ. ნახ. 10.10).



ნახ. 1.10. გრუნტის საფრენი ზოლები (გ.ს.ზ)

ა – როგორც სარეზერვო ზოლი; ბ – როგორც ძირითადი ზოლი
დაბალი კლასის აეროდრომზე

1 – დაბოლოებების უსაფრთხო ზოლები; 2 – გვერდითი უსაფრთხო ზოლები;
3 – გრუნტის ასაფრენ-დასაფრენი ზოლი; 4 – ასაფრენ-დასაფრენი ზოლი
ხელოვნური ფენილით

გრუნტის საყრდენი ზოლები მოითხოვენ სისტემატურ შეკეთებას ყოველი 20-100 აფრენა-დაფრენის შემდეგ, თვითმფრინავის სიმძიმისა და თვლების მოქმედების რეჟიმის მიხედვით, ხოლო ხანგრძლივი წვიმებისა და სეზონის მიხედვით (გაზაფხულზე და შემოდგომაზე) უფრო ხშირად.

ჩვეულებრივ გრუნტის საფრენი ზოლის სიგრძე უფრო მეტია ხელოვნური ფენილის ზოლის სიგრძეზე.

გრუნტის ჭარბად დასველების შემთხვევაში თვითმფრინავის თვლები თითქმის ეფლობა გრუნტში და შეუძლებელი ხდება ზოლის ექსპლუატაცია. ნორმალური ექსპლუატაციისათვის აუცილებელია გრუნტის ზედაპირის დაახლოებით 30 სმ-ის ფეხი გამოშრეს. გრუნტის დატკეპნის კოეფიციენტი ზედა ფენებში მეტი უნდა იყოს 0,95-ზე. გრუნტის სიმტკიცის უზრუნველსაყოფად საჭიროა წყლის გულდასმით აცილება: გრივი ($\geq 0,5\%$) და განივი (2,5-5%) ქანობების მოწყობა, ზედაპირული და გრუნტის წყლების აცილება-გაშრობა, გრუნტის ზედაპირი გამაგრებული უნდა იქნას მობელტვით, მრავალწლიანი ბალახებით. გრუნტის ზოლები მძიმე, ინტენსიური, რეგულარული, შორი რეისის, მაღალი სიჩქარის თვითმფრინავების მოძრაობისათვის არ გამოდგება. გრუნტის ზოლები უფრო გამოსადეგარია ერთეული ოპერაციებისათვის. რეგულარული მოძრაობის შემთხვევაში თუნდაც დაბალი ინტენსიურობისას, საჭიროა გრუნტის გამაგრება, რათა მასზე შეიძლებოდეს აფრენა-დაფრენა შეუფერხებლად წლის ყოველ დროს. გამაგრების შემდეგ გრუნტმა უნდა გაუძლოს 4 კგ/სმ²-ზე მეტ დატვირთვას.

გრუნტის წყლების დონე არ უნდა იყოს ზედაპირიდან 2,5 მ-ზე უფრო ახლოს. გრუნტის ტენიანობა ყოველთვის ნაკლები უნდა იყოს 15%-ზე.

ზოლის მთელ ფართობზე უნდა მოეწყოს გამშრობი მოწყობილობა (მიღებით ან მიღების გარეშე), ღორღის ნაყარით. კარგ შედეგს იძლევა ზევიდან წილის (ნაცრის) მოყრა. დაუშვებელია წყლის დაგუბება გრუნტის საფრენ ზოლზე. ეკონომიურად ყველაზე ეფექტურია მობელტვა, მრავალწლიანი ბალახების ფესვებით გამაგრება. ასეთ მობელტვაზე დასაშვებია პნევმატური თვლების დატვირთვა 5-7 კგ/სმ²-ის ფარგლებში. ასეთ შემთხვევაში ნაკვალევის სიღრმე არ აღემატება 3-5 სმ-ს. მცენარეული ფენის მიხედვით ფენილი ბელტებისაგან შეიძლება იყოს: სუსტი (სისქით 6 სმ); საშუალო და სქელი (< 12 სმ). თავისი სტრუქტურული სიმტკიცის მიხედვით ბელტები შეიძლება იყოს სუსტად შეკრული, საშუალოდ შეკრული და მკვრივად შეკრული, იმისდა მიხედვით, თუ რკინის ნიჟით რამდენად ადვილად შეიძლება დავშალოთ იგი. ჩვეულებრივად თუ

ამოვჭრით ზედაპირიდან ქვემოთ ბელტს 6×15 (სიღრმით) 12 სმ. იგი არ უნდა დაიშალოს ბაღასზე ხელის მოჭიდებით და აწევით. უშუალოდ ბაღასის სიმაღლე გრუნტის ზედაპირიდან არ უნდა აღემატებოდეს 20 სმ-ს. ყველაზე უკეთეს შედეგს იძლევა პარკოსანი და თესლოვანი ბაღასები. ბელტებში ჰუმუსის შემცველობა არ უნდა აღემატებოდეს 4-8%-ს.

19. წყლის მოცილება საფრენი ველიდან

საფრენ ველზე გრუნტის ტენიანობა მუდმივად იცვლება წლის განმავლობაში. გრუნტის ტენიანობის ცვალებადობის რეჟიმი დამოკიდებულია განსახილველი რეგიონის (რაიონის) კლიმატურ მახასიათებლებზე: ატმოსფერული ნალექების წლიურ ჯამურ რაოდენობაზე, ნალექების მოსვლის ხანგრძლივობაზე და ინტენსიურობაზე წლის სხვადასხვა სეზონში, ტემპერატურულ რეჟიმზე – მინიმალურ, მაქსიმალურ და წლიურ საშუალო ტემპერატურაზე. ნალექების მეტი რაოდენობა მოდის გაზაფხულზე და შემოდგომაზე, შესაბამისად, იცვლება გრუნტის ტენიანობა და სიმტკიცე (გრუნტის დრეკადობის მოდული); მინიმალური ტენიანობა შეესაბამება მაქსიმალურ სიმტკიცეს და შებრუნებით – მაქსიმალური ტენიანობა – მინიმალურ სიმტკიცეს. გარდა ატმოსფერული ნალექებისა გრუნტის დატენიანება ხდება მიწისქვეშა წყლებისაგან. მიწისქვეშა წყლების მოჭარბება კი თამხვდება ჭარბი ატმოსფერული ნალექების მოსვლის პერიოდს – ზაფხულს და შემოდგომას. აეროდრომისთვის კი ჭარბი ტენიანობა ერთ-ერთი ძირითადი ფაქტორია, რომელიც მკვეთრად აუარესებს საფრენი ზოლის საექსპლუატაციო თვისებებს. ამიტომ აეროდრომების ნორმალური ექსპლუატაციისათვის საჭიროა გამომშრობი სისტემის მოწყობა და მისი სათანადო მოვლა შენახვა. პირველ რიგში ყურადღება უნდა მიექცეს ჭარბი დატენიანების წყაროების გამოვლინებას და ლიკვიდაციას. შეიძლება განვასხვავოთ აეროდრომების დატენიანების (წყლის დაგროვების) რამდენიმე წყარო:

- წყლის დაგროვება ხდება აეროდრომის ტერიტორიის გარე ფართობებიდან ჩამოდენილი წყლებით და ინტენსიური წვიმის შედეგად დაგროვილი წყლით;
- წყლის დაგროვება ხანგრძლივი ატმოსფერული ნალექებისაგან (წვიმისა და გამდნარი თოვლისაგან) წყალგაუმტარი გრუნტის ზედაპირზე, ჩაღრმავებულ ადგილებში, რასაც თან ხდევს ადგილის დაჭაობება;
- წყლის დაგროვება ხდება ჭარბად მონადენი გრუნტის წყლებისაგან;

- წყლის დაგროვება შესაძლებელია აეროდრომის ფენილზე გრუნტის წყლების წნევით გამოდინების შემთხვევაში, როდესაც სველი ქანები სოლივითაა შემოჭრილი აეროდრომის ტერიტორიაზე.

საფრენი ველის ფარგლებში წყლის არინება-გამოშრობის ღონისძიებები უშუალოდ დაკავშირებულია აეროდრომის ვერტიკალური გეგმარების საპროექტო გადაწყვეტილებებთან. ჩამონადენი წყლებისაგან აეროდრომის ტერიტორიის დასაცავად გამოიყენება სამთო არხები, რომელთა მეშვეობით ხდება წყლის დაგროვება და მახლობელ წყალსაცავებში ან დადაბლებულ ადგილებში გადაშვება წყლის გადამდობი კავალიერები ეწყობა უწყვეტად აეროდრომის მხარეს. ასევე ჩამონადენი წყლის ასაცილებლად იყენებენ საავტომობილო გზების ყრილებსა და კიუვეტებს, თუ ასეთი გასდევს ნაპირზე აეროდრომს, ამ მიზნით აწყობენ აგრეთვე გრუნტის დამბებს, რომელთა სიმაღლე 0,5 მ-ით მეტი უნდა იყოს წყალდიდობის დროს შემჩნეული წყლის მაქსიმალურ დონეზე 10 წლის განმავლობაში.

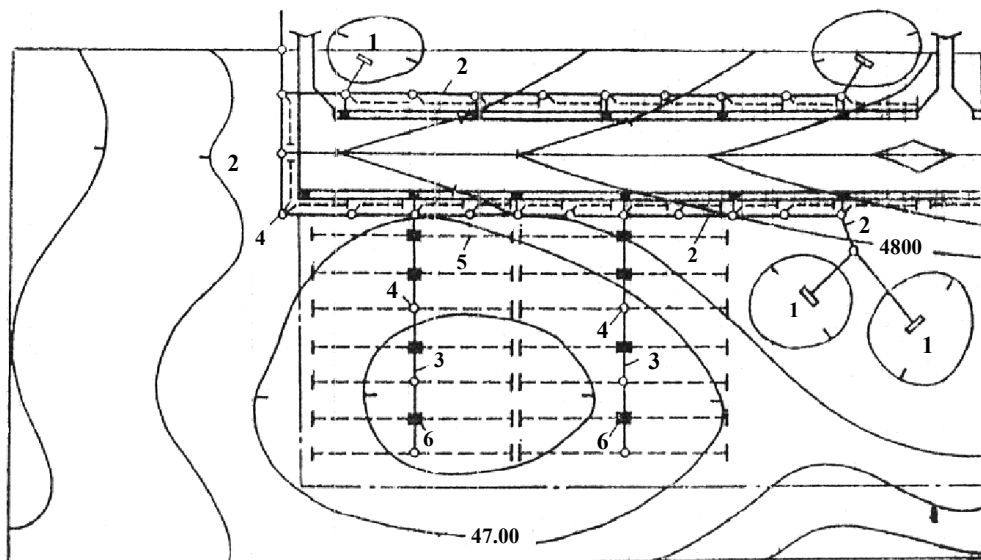
აეროდრომის ტერიტორიიდან წვიმის წყლის სწრაფად ასაცილებლად აწყობენ სპეციალურ სანიაღვრე ქსელს. გრუნტის წყლის დონის დასაწევად გამოიყენება დამშრობი დრენაჟი. საერთოდ სასურველია გრუნტის წყლის დონე ზედაპირიდან იყოს არანაკლებ 0,6-0,8 მ-ზე მანძილით დაცილებული.

გრუნტის წყლების წნევით შემოდინების საწინააღმდეგოდ იყენებენ დამჭერ არხებს, დახურულ კოლექტორებს ან ჩვეულებრივ დრენაჟს. ყველა შემთხვევაში წყლის გამოდინება უნდა ხდებოდეს თვითდინებით.

ტერიტორიის საშრობი და წყალჩამდენი სისტემების სქემები დგება საინჟინრო-საპროექტო გადაწყვეტილებების საფუძველზე. პროექტის შესადგენად საჭიროა რელიეფის წინასწარი ტოპოგრაფიული აგეგმვა (გეოდეზიური გადაღებები). საშრობი სისტემა შედგება ქსელის დახურული ელემენტებისაგან (გამშრობები, დრენაჟი, წყლის დამგროვებლები, კოლექტორები, დამჭერი დრენაჟები) და ღია ელემენტებისაგან: წყლის გადამდები, სამთო და დამჭერი არხებისაგან, რომლებიც ეწყობა აეროდრომის საზღვრებს გარეთ. საშრობი სისტემით ხდება ატმოსფერული ნალექებისაგან წარმოქმნილი ზედაპირული წყლების აცილება და მათი დონის დაწევა. დამაგროვებელი სისტემა ყოველივე ამათგან აგროვებს წყალს და მიაწოდებს მას კოლექტორს. საფრენი ველის გრუნტის ნაწილში გამშრობი სისტემის ტიპური სქემა მოცემულია ნახ. 1.11-ზე.

გამშრობ სისტემებს შორის დაშორება აიღება 30-90 მ-ის ფარგლებში და დამოკიდებულია რელიეფის საერთო დახრაზე (ქანობზე 0,1-1%-ის ფარგლებში).

გამშრობი სისტემის მაქსიმალური სიგრძე აიღება მილის გარეშე (დრენაჟით) 50მ, მილის გამოყენებით – 100 მ, წყლის დამაგროვებლით – 200 მ და კოლექტორით (მთავარი კოლექტორით) 1000 მ.

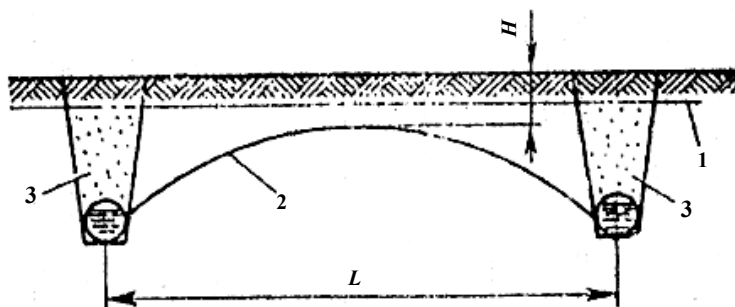


ნახ. 1.11. წყალმრიდი სისტემების სქემა გამშრობი და დამგროვებელი კოლექტორებისაგან და წყალსაკრები ჭისაგან:

- 1 – ჭები ტალღეებში (წყალშემკრებში); 2 – კოლექტორი; 3 – დამგროვებელი; 4 – ჩასახელი ჭები; 5 – გამშრობი; 6 – გამშრობებისა და დამგროვებლების ჭების გარეშე შეერთება ფასონური ქვებით

წყლის დამაგროვებელ მილებს განალაგებენ ქანობით 0,2-1%, მთავარი კოლექტორის მილებს – 0,1-1%.

გრუნტის წყლის დონის დაწვეა სადრენაჟო მოწყობილობით შესაძლებელია შემდეგი სქემის მიხედვით (იხ. ნახ. 1.12).



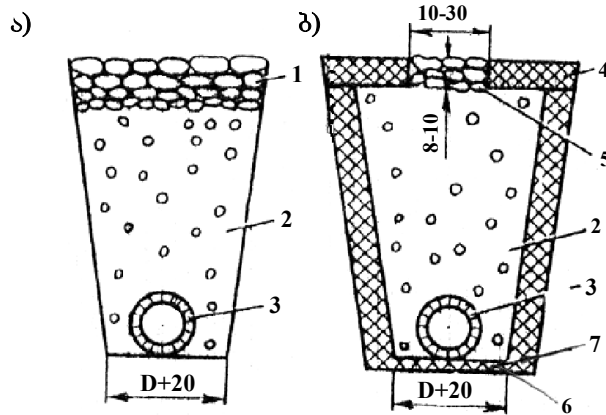
ნახ. 1.12. გრუნტის წყლის დონის დაწვევის სქემა დრენაჟის გამოყენებით

- 1 – გრუნტის წყლის ფაქტიური დონე; 2 – დებრესიის მრუდი; 3 – დრენაჟი; 4 – მილები; H – გრუნტის წყლის მინიმალური დონე.

გამშრობი ელემენტის კონსტრუქციები ნაჩვენებია ნახაზზე 1.13.

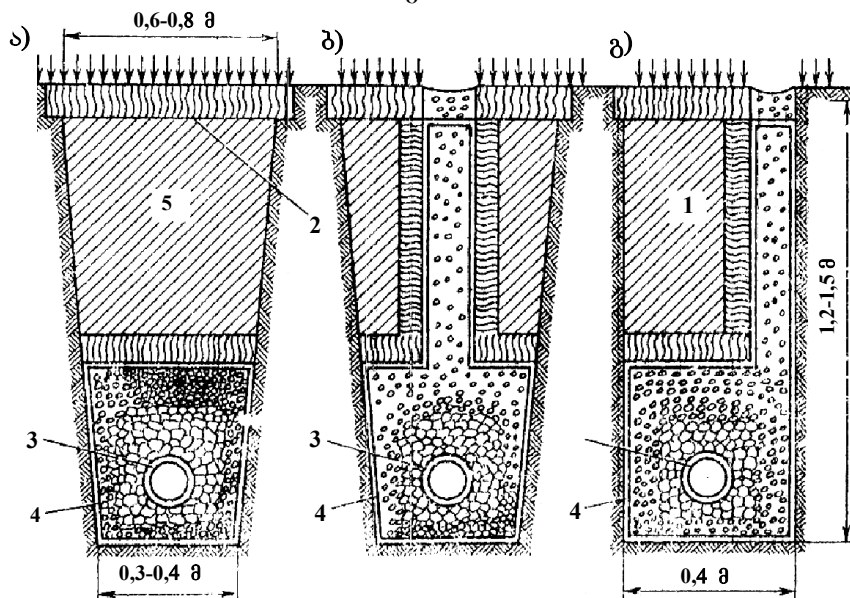
სადრენაჟო მოწყობილობის სქემა მოცემულია ნახაზზე 1.14.

გამშრობი მოწყობილობის ხაზი, როგორც წესი, უნდა მიყვებოდეს პარალელურად ჰორიზონტალებს (იზოჰიფსებს), საშუალოდ 50-150 მ-ის სიგრძეზე.



ნახ. 1.13. გამშრობი მოწყობილობის სქემა

ა – მიმღები ნაწილი ხრეშისაგან; ბ – მიმღები ნაწილი გრუნტისაგან.
 1 – ხრეშის ფენა 7-9 სმ სისქით; 2 – ქვიშა-ხრეშის ნარევი; 3 – არმირებული ბეტონის მილი; 4 – ბელტის სისქით 4-10 სმ; 5 – ღორღი ან ხრეში (ზომით 10-30 მმ); 6 – დატკეპნილი ღორღის ფენა (ზომით 50-70 მმ); 7 – ბელტები სისქით 5-10 სმ



ნახ. 1.14. სადრენაუო მოწყობილობის სქემა

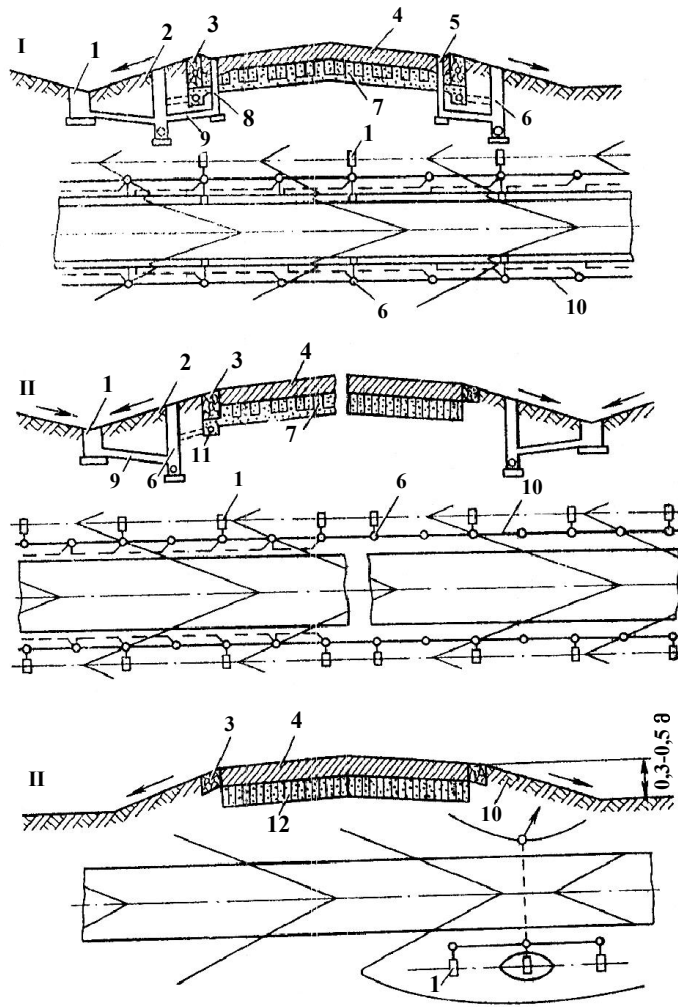
ა – გრუნტის წყლის მიმღები დრენაუი; ბ – დრენაუი გრუნტისა და ზედაპირული წყლების მისაღებად; 1 – გრუნტი; 2 – ბელტები; 3 – მილები დიამეტრით 100 მმ გარშემო მოყრილი ხრეშით; 4 – ხავსის ფენა; 5 – ჩაყრილი გრუნტი

დამგროვებელი მილები სასურველია მართობულად იქნას განლაგებული გამშრობი მილების მიმართ. წყალი გამშრობიდან გადადის დამგროვებელში, შემდეგ კოლექტორში და მერე წყლის არხებსა და მიმღებში აეროდრომის ზონის გარეთ. გრუნტის საფრენი ზოლის განივი დახრა (ერთ ან ორივე მხარეს) ქანობით 1% და 1,5-2,5% უზრუნველყოფს წყლის ჩამოღინებას და გრუნტის ღარებში მის დაგროვებას, სადაც წყალი ჭების საშუალებით გადადის კოლექტორში.

აზბესტბეტონის მილებს ყოველ 0,3-0,5 მ-ში სიგანეზე უკეთებენ ჩანაჭრებს სიგანით 1-1,5 მმ და წყლის მისაღებად. მილების გარშემო ათავსებენ უფრო

მსხვილმარცვლოვან ფხვიერ ქვის მასალას, ხოლო უფრო დაშორებით (ზედა მხარე) უფრო წვრილმარცვლოვან სადრენაუო მასალას. სრეშის ზომა შეადგენს 70-100 მმ-ს.

ხელოვნური ფენილების მქონე აეროდრომებიდან წყლის აცილების და სადრენაუო სისტემები განსხვავებულია და კეთდება უფრო კაპიტალური კონსტრუქციის. ხელოვნურ საფრენ ზოლზე წყლის აცილება ხორციელდება სამნაირი სქემით (იხ. ნახ. 1.15).



ნახ. 1.15. წყალამცდენი და სადრენაუო სისტემები აეროდრომის ხელოვნური ფენილებიდან (ზოლის განივი პროფილები და გეგმები)
 1 – წყალშემკრები ჭა; 2 – გრუნტის ღარი; 3 – მობელტვა; 4 – ფენილი;
 5 – ფენილის ნაპირა ღარი; 6 – დასათვალიერებელი ჭა; 7 – საფუძველი სადრენაუო ფენით; 8 – სანიაღვრე წყალმიმღები ჭა; 9 – წყლის გადამყვანი;
 10 – კოლექტორი; 11 – წიბოს გარე დრენაუი; 12 – დრენაუის არმქონე ფუძე

კოლექტორები და სხვა მილგაყვანილობა უნდა მოთავსდეს ისეთ სიღრმეზე (არანაკლებ 75 სმ-ისა), რომ თვითმფრინავის თვლებისაგან დატვირთვამ არ გამოიწვიოს მათი დაზიანება და არ მოხდეს მათში გამდინარე წყლის გაყინვა ზამთარში. ბეტონის და რკინაბეტონის მილების დიამეტრი აიღება 0,3-0,6 მ და

უფრო მეტიც. მიღები შეპირაპირების ადგილზე იფარება ჰიდროსაიზოლაციო და ელასტიკური მასალით, წყალგაუმტარობისა და სიმტკიცის უზრუნველყოფის პირობით. მიღების განლაგების მინიმალური ქანობია 0,2%. ჩასახედ ჭებს აკეთებენ იქ, სადაც ხდება მიღების შეერთება და ქანობის შეცვლა. ასეთი ჭები შეიძლება იყოს მრგვალი ან ოთხკუთხედი 0,6 მ და უფრო მეტი ზომის. წყლის დინება მიღებში ხდება 0.25-1 მ/წმ სიჩქარით.

მიღების განივკვეთების შერჩევას აწარმოებენ სპეციალური ჰიდროლოგიური ანგარიშის საფუძველზე. განსაზღვრავენ მოსული წყლის ხარჯს. დინების სიჩქარეს და მათ მიხედვით არჩევენ მილის განივკვეთის ფართს.

1.10. აეროდრომები მოკლე აფრენა დაჯდომის საჰაერო ხომალდებისათვის

მოკლე აფრენა-დაჯდომის საჰაერო ხომალდები (მაღსხ) თავიანთი საფრენი-ტექნიკური მახასიათებლების გამო გამოიყენება ისეთ აეროდრომებზე, სადაც ჩვეულებრივი ტიპის **სხ** გამოყენება არაა მიზანშეწონილი უსაფრთხოების თვალსაზრისით.

ამ თვითმფრინავებს არ შეუძლიათ ვერტმფრენების მსგავსად ვერტიკალურად აფრენა და დაჯდომა, მაგრამ მათ სჭირდებათ გაცილებით მცირე სიგრძის **ადზ**. ამასთანავე ისინი მეტად მკვეთრი კუთხის ტრაექტორიით აღიან სიმაღლეზე და ასევე მკვეთრკუთხიანი გლისადით ეშვებიან.

მაღსხ-ს ანუ მოკლე აფრენა დაჯდომის კლასს მიეკუთვნება თვითმფრინავები რომელთაც სჭირდებათ **ადზ** სიგრძით არაუმეტეს 600 მ.

ასეთი თვითმფრინავები გაცილებით ნაკლებად ხმაურიანია, ვინაიდან მძლავრი ამწევი ძრავები უზრუნველყოფენ მათ სწრაფ აფრენას არანაკლებ 6° დახრილობის ტრაექტორიით, როდესაც ჩვეულებრივი **სხ** ანალოგიური მაჩვენებელი არ აჭარბებს 3°. ისინი ვერტმფრენებთან შედარებით გაცილებით უფრო ეკონომიურნი არიან ექსპლუატაციაში, აეროდრომის მიმდებარე ტერიტორიაზე მცირე სიჩქარით ფრენაც შეუძლიათ, რის გამოც კარგად მანევრირებენ და მეტად ეფექტურად იყენებენ საჰაერო სივრცეს რთული რელიეფის ან **სხ**-ით გადატვირთულ დიდი აეროპორტის პირობებში.

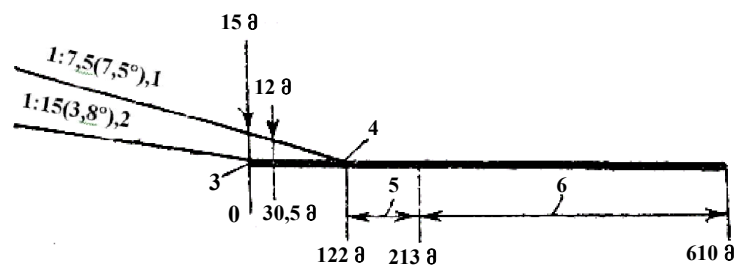
მაღსხ აეროდრომების დაპროექტება გარკვეულწილად განსხვავდება ჩვეულებრივი სახმელეთო აეროდრომების პროექტირების პირობებისაგან ძირითადი განსხვავება აეროდრომის ზომებითა და დამხმარე ნაგებობათა თავისებურებებითაა განპირობებული. **მაღსხ** ექსპლუატაციისათვის შეიძლება სპეციალური აეროდრომების

დაპროექტება და აშენება. ამით საშუალება გვეძლევა აეროდრომი განვალაგოთ შეზღუდული ფართობის მქონე ტერიტორიაზე მთაგორიანი რელიეფის ან მჭიდრო განაშენიანების მქონე ტერიტორიაზე ტვირთწარმომქნელ ობიექტთან უშუალო სიახლოვეში. შეიძლება აგრეთვე მაღსხ-სათვის სპეციალური ადზ მოწყობა ჩვეულებრივ აეროპორტებში, რის გამოც მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდება აეროპორტის სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლები და საჰაერო გადაზიდვების ეკონომიკური ეფექტურობა. ასეთ შემთხვევებში სპეციალური ადზ ეწყობა ცალკე რათა ხელი არ შეეშალოს ჩვეულებრივი სხ-ის თავისუფალ გადაადგილებას აეროდრომის მიმდებარე საჰაერო სივრცეში. ქვემოთ 1.6 ცხრილში.

ცხრილი 1.6

პარამეტრები	იკაო	აშშ	კანადა
ადზ-ის სიგრძე, მ	600	450 ზღვის დონეზე 540 თუ $t = 32^{\circ}\text{C}$	600
ადზ-ს სიგანე, მ	30	30	30
უსაფრთხოების ბოლო ზოლის (უბზ) სიგრძე, მ	30-120	30	75
საფრენი ზოლის (სზ) სიგრძე, მ	660-840	510-600	750
სზ-ს სიგანე, მ	90-150	60	150
უბზ-ს სიგანე, მ	30-60	15	60
საჭის ბილიკის (სბ) სიგანე, მ	18	18	18
მანძილები: ადგ და სბ-ს ღერძებს შორის, მ	60	60	—
ადზ-ის ღერძსა და სადგომზე მეოფ სხ-ს შორის, მ	75	76	97
ადზ ღერძსა და სტოპ ხაზამდე, მ	30	45	30
ადზ ღერძსა და განაშენიანებამდე, მ	90	90	—
სბ ღერძსა და უძრავ წინაღობამდე, მ	30	30	—

ნახ. 1.16. ნაჩვენებია მაღსხ დაფრენის სქემა, ხოლო ნახ. 1.17-ზე ამავე ტიპის თვითმფრინავების შემობრუნების სქემა დაფრენისას. მიღებულია, რომ აფრენის

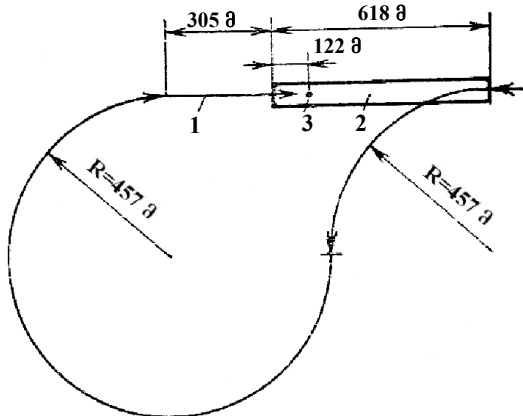


ნახ. 1.16. მაღსხ დაფრენის სქემა (გლისადის შეხება ადზ-ს ზედაპირთან):

- 1 – დაფრენის გლისადა; 2 – მიმდებარე ტერიტორიის დახრის კუთხე;
- 3 – ადზ-ს დფასაწყისი; 4 – შეხების წერტილი მაღსხ დაფრენისას;
- 5 – დაფრენის ზონა; 6 – მანძილი ადზ-ს ბოლომდე 367 მ.

ტრაექტორიის დახრის კუთხის ნორმალური სიდიდე შეადგენს 6° , მინიმალური – $4,4^\circ$ თუ გამოთვლია ერთი ძრავი. 6° უზრუნველყოფს საჭირო მანძილს სიმაღლეში წინაღობამდე და აგრეთვე მინიმალურ ხმაურს დედამიწის ზედაპირზე უფრო მკვეთრი (6° -ზე მეტი კუთხით) აფრენა, თანაც ერთი გამოთვლი ძრავით მოითხოვს სხ-ს წვეის ძალისა და მასის შეფარდების მეტად დიდ მნიშვნელობას, რაც ძალზედ აძვირებს სხ ღირებულებას.

დაფრენისას გლისადის კუთხე დაახლოებით $7-7,5^\circ$ -ს შეადგენს როგორც ნახ.



ნახ. 1.17. მაღსხ-ის შემობრუნების დაფრენისას:
1 – შემოსვლის თავისუფალი ზონა;
2 – ადზ; 3 – ადზ-ს ზედაპირთან სხ-ს შეხების წერტილი (დაჯდომის ადგილი)

1.16 მოყვანილი მაგალითიდან ჩანს. ეს უზრუნველყოფს ადზ დასაწყისში ფრენის სიმაღლეს 16 მ-ს, დაფრენისას შეხების წერტილის (გლისადის შეხების წერტილი ადზ-ს ზედაპირთან) დაშორებას ადზ-დან 122 მ მანძილზე.

ნახ. 1.17 ნაჩვენებია, რომ შემობრუნების რადიური მანევრირების ზონაში არის 457 მ. ასეთი რადიუსი უზრუნველყოფს მოხერხებულ შემოფრენას ადზ-ს მხრიდან, სადაც დაფრენა უნდა მოხდეს საწინააღმდეგო მიმართულებით. მობრუნებები $90^\circ/270^\circ$ -ზე უზრუნველყოფენ სხ-ს დაჯდომას ადზ-ს დასაწყისიდან 305 მ-ზე (ნახ. 1.17).

1.11. სავერტმფრენო სადგურები და ვერტდრომები

ისეთი საჰაერო ხომალდების გამოყენების შემთხვევები, რომლებსაც შეუძლიათ ვერტიკალურად ან მოკლე აფრენით და დაფრენით გადაადგილება, მოითხოვს განსაკუთრებულ მიდგომას ჩვეულებრივი ტიპის საჰაერო ხომალდებისთვის განკუთვნილ აეროპორტებსა და აეროდრომებთან შედარებით.

ვერტმფრენები წარმოადგენს ყველაზე გავრცელებულ საჰაერო ხომალდებს, რომლებსაც თითქმის ვერტიკალურად შეუძლიათ ჰაერში ასვლა და დაშვება (დაფრენა). ამიტომ აუცილებელია პირველ ყოვლისა ვერტმფრენთა მიწისზედა უზრუნველყოფის საკითხების განხილვა, ე.ი. სავერტმფრენო სადგურებისა და ვერტდრომების პროექტირება.

სავერტმფრენო სადგური – ესაა დამოუკიდებელი ან სხვა ავიასაწარმოს შემადგენლობაში შემავალი საწარმო, რომელიც ახორციელებს მგზავრების,

ბარგის, ფოსტისა და ტვირთების რეგულარულ მიღებასა და გაგზავნას, ასევე ასრულებს სხვა სატრანსპორტო სამუშაოებს.

სავერტმფრენო სადგურის კლასი განისაზღვრება სამგზავრო გადაზიდვების წლიური მოცულობით (ჩამომფრენი, გამფრენი და სატრანზიტო მგზავრები): I კლასი – 30 ათასზე მეტი, II – 15-დან 30 ათ-მდე; III – 15 ათ-მდე ადამიანი. ამასობაში ვერტმფრენების მიწერილი პარკი I კლასის სავერტმფრენო სადგურისთვის უდრის ოთხს, II კლასის – სამს და III კლასის – ორ ვერტმფრენს.

საექსპლუატაციო-ტექნიკური დანიშნულების მიხედვით სავერტმფრენო სადგურები შეიძლება იყოს საბაზო, საბოლოო (ბოლო) და შუალედური. საბაზო სავერტმფრენო სადგურებს აქვთ ვერტმფრენების მიწერილი პარკი და უზრუნველყოფენ ოპერატიულ ტექნიკურ მომსახურებას რეგლამენტის თანახმად, საბოლოო სადგურები წარმოადგენს ფრენის დასრულების პუნქტს მოცემული მარშრუტის მიხედვით, სადაც წარმოებს სამგზავრო სალონის დალაგება, მგზავრების გადმოსხმა და ჩასხდომა, ტექნიკური მომსახურება; შუალედური – განრიგის მიხედვით ვერტმფრენის მოკლევადიანი გაჩერების პუნქტს დადგენილი მარშრუტით რეისის შესრულებისას.

სავერტმფრენო სადგური (ვერტოპორტი) აეროპორტის ანალოგიურად შედგება ვერტოდრომისგან, სასამსახურო-ტექნიკური დანიშნულებისა და სხვა განკერძოებული ნაგებობებისგან.

ვერტოდრომი – მიწის (წყლის) ნაკვეთია ან სპეციალურად მომზადებული მოედანია (შენობის სახურავზე, წყლის ზედაპირისგან ამოწეულ პლატფორმაზე), რომლებსაც აქვთ ნაგებობებისა და მოწყობილობის კომპლექსი ვერტმფრენების აფრენებისა და დაფრენების, საჭით მართვის, შენახვისა და მომსახურებისათვის. ვერტოდრომი შეიძლება იყოს მუდმივი, რეგულარული ექსპლუატაციისათვის და დროებითი, შეზღუდული ვადით ფრენების განსახორციელებლად. მუდმივი ვერტოდრომები (დასაფრენი მოედნები) იყოფა სამ კლასად: I – ყველა კლასის ვერტმფრენების ექსპლუატაციისათვის; II – II, III და IV კლასის ვერტმფრენებისათვის და III – III და IV კლასის ვერტმფრენებისათვის.

აფრენისა და დაფრენის ხერხისგან დამოკიდებულებით მუდმივი და დროებითი ვერტოდრომები (ასაფრენი მოედნები) შეიძლება იყოს ორი ტიპის: 1 – რომლებიც უზრუნველყოფენ ვერტმფრენების აფრენასა და დაფრენას თვითმფრინავის ან ვერტმფრენის მსგავსად „საჰაერო ბალიშის“ გავლენის გამოყენებით; 2 – რომლებიც უზრუნველყოფენ აფრენასა და დაფრენას მხოლოდ ვერტმფრენის მსგავსად (ვერტიკალზე) „საჰაერო ბალიშის“ გამოყენების გარეშე.

„საპაერო ბალიშის“ გავლენა წარმოიშობა ზედაპირთან მზიდო ხრახნით უკუგდებული საპაერო ნაკადის შეჯახების შედეგად, რაც იწვევს ჰაერის ამ ფენის სიმკვრივის და წინაღობის ზრდას. შედეგად საპაერო ხრახნის წვეა ერთსა და იმავე სიმაღლისას იზრდება და, შესაბამისად, ქმნის აფრენისა და მიწასთან ახლოს დაკიდების შესაძლებლობას. ამას დიდი მნიშვნელობა აქვს ვერტმფრენების გამოყენებისას სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოებზე ან ვერტმფრენის მიწაზე დაშვების გარეშე დატვირთვა-გადმოტვირთვის დროს.

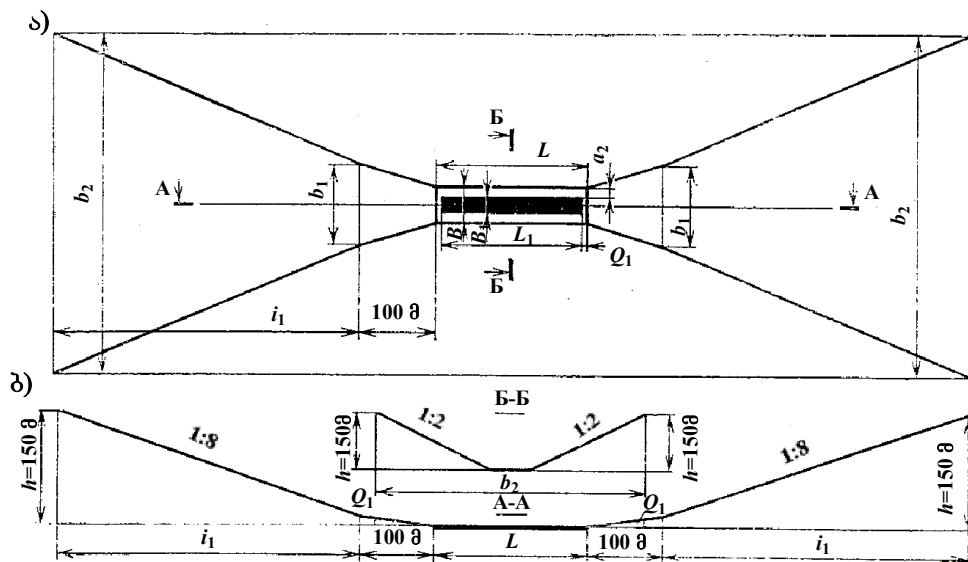
სხვა საპაერო ხომაღდებისგან განსხვავებით ვერტმფრენს შეუძლია სამი ხერხით აფრენა: 1 – გრუნტის ან საფარის მქონე მოედანზე გაქანების შემდეგ მიწის ზედაპირიდან მოწვევით და მომდევნო აჩქარებით მცირე სიმაღლეზე, ე.ი. „საპაერო ბალიშის“ გავლენის ზონაში; 2 – ვერტიკალზე 1,5-3მ სიმაღლემდე ზედაპირიდან მოწვევით და მომდევნო აჩქარებით „საპაერო ბალიშის“ გავლენის ზონაში და 3 – დაბრკოლების თავზე არანაკლებ 10 მ ნიშნულამდე, ვერტიკალზე მიწის ზედაპირიდან მოწვევით და სიმაღლის მომდევნო აკრეფით. პირველ ხერხს მიღებულია თვითმფრინავის მსგავსად (თვითმფრინავისებურად) აფრენა ეწოდოს, მეორეს – ვერტმფრენის მსგავსად აფრენა „საპაერო ბალიშის“ გამოყენებით და მესამე – ვერტმფრენის მსგავსად აფრენა „საპაერო ბალიშის“ გამოყენების გარეშე.

თვითმფრინავის მსგავსად აფრენა ეფექტურია მაღალი ტემპერატურების, შემცირებული სიმკვრივის და მაღალი ტენიანობის პირობებში, რომლებიც მნიშვნელოვნად ამცირებენ ვერტმფრენის ძალოვანი დანადგარის სიმძლავრეს. ასეთი აფრენა შესაძლებელია მხოლოდ ნაკლები სიმძლავრისას, ვიდრე თვითმფრინავის მსგავსად აფრენისას. ვერტმფრენის მსგავსად აფრენის შესრულება იძულებით გამოიყენება მოედნების შეზღუდული ზომებისა და მათ გარშემო დაბრკოლებების არსებობისას.

სავერტმფრენო სადგურების, ვერტდროშებისა და ასაფრენი მოედნების დაპროექტება უნდა გაწარმოთ ვერტმფრენის კატეგორიაზე დამოკიდებულებით მათი მაქსიმალური ასაფრენი მასის მიხედვით:

- I კატეგორია მძიმე ვერტმფრენები 15 ტ-ზე მეტი მასით
- II კატეგორია საშუალო ვერტმფრენები 5-დან 15 ტ-მდე მასით
- III კატეგორია მსუბუქი ვერტმფრენები 2-დან 5 ტ-მდე მასით.

ვერტდროშების ელემენტებისა და მათთან საპაერო მისასვლელების დახასიათება ვერტმფრენების სხვადასხვა კატეგორიებისათვის თვითმფრინავის მსგავსად აფრენებისა და დაფრენებისას ან მოკლე გაქანება-გარბენით, ასევე ვერტმფრენის მსგავსად „საპაერო ბალიშის“ გავლენის გამოყენებით და „საპაერო ბალიშის“ გავლენის გამოყენების გარეშე (ნახ. 1.18) მოყვანილია ცხრ. 1.7-ში.



ნახ. 1.18. საფრენი ზოლების განთავსების სქემა და ვერტოდრომების საპაერო მიდგომები ფრენის დროს ვიზუალური ფრენის წესები

ცხრილი 1.7

ვერტოდრომების, დასაფრენი მოედნების და საპაერო მისასვლელების ელემენტები	ვერტმფრენების კატეგორიები ასაფრენი მასის მიხედვით		
	მძიმე	საშუალო	მსუბუქი
1	2	3	4
ვერტოდრომები			
საფრენი ზოლი:			
სიგრძე L, მ	200	120	120 (მი-2) 100 (მი-1)
სიგანე B, მ	50	50	35
ასაფრენ-დასაფრენი ზოლი თვითმფრინავის მსგავსად აფრენისა და დაფრენისას ან მოკლე გაქანება-გარბენით:			
სიგრძე L ₁ , მ	190	110	110 (მი-2) 80 (მი-1)
სიგანე B ₁ , მ	20	20	15
უსაფრთხოების ზოლის სიგრძე:			
განაპირა a ₁ , მ	5	5	5 (მი-2) 10 (მი-1)
გვერდითი a ₂ , მ	15	15	10
საპაერო მისასვლელების ზოლი:			
მეორე მონაკვეთის სიგრძე l ₁ , მ	1160	1120	1160
სიგანე პირველი მონაკვეთის ბოლოს (მეორის დასაწყისში) b ₂ , მ	120	100	85
სიგანე მეორე მონაკვეთის ბოლოს b ₂ , მ	700	660	645
დაბრკოლებების შეზღუდვების საზღვრის დაქანება პირველ მონაკვეთზე tgθ ₁	1:20	1:10	1:20
ტრაექტორიების მობრუნების მინიმალური რადიუსი R _{min} , მ	300	300	250

1	2	3	4
მიწისზედა დასაფრენი მოედნები			
მოედნების სიგრძე, მ	80	50	35
დასაფრენი მოედნების სიგანე, მ	80	50	35
სამუშაო ფართობის სიგრძე, მ	20	20	15
სამუშაო ფართობის სიგანე, მ	20	20	15
უსაფრთხოების განაპირა და გვერდითი ზოლების სიგრძე $a_1 = a_2$, მ	30	15	10
მოედნები მთების მწვერვალებზე, უნაგირებზე, სტარტის მიმართულებით ღია საჰაერო მისასვლელების მქონე ტერასებზე:			
სიგრძე, მ	50	40 (მი-8) 30 (მი-4)	30
სიგანე, მ	50	30 (მი-8) 25 (მი-4)	25
მოედნები შენობების სახურავებზე და ამოწეულ ბაქნებზე:			
სიგრძე, მ	35	21	15
სიგანე, მ	28	17	12

შენიშვნა: II და III კატეგორიების ვერტმფრენებს შეუძლია აწარმოონ აფრენები და დაფრენები იმ მოედნებზე, რომლებიც განლაგებულია მთის მწვერვალებზე, უნაგირებზე და ტერასებზე და ვერტმფრენის მსგავსად „საჰაერო ბალიშის“ გავლენის გამოყენებით. ასეთ შემთხვევაში მოედნების ზომები მიიღება ისეთივე, როგორც ვერტმფრენის მსგავსად აფრენებისა და დაფრენებისას „საჰაერო ბალიშის“ გავლენის გამოყენების გარეშე.

ვერტდრომებისა და დასაფრენი მოედნების საჰაერო მისასვლელების ზოლში ყველა კატეგორიის ვერტმფრენებისათვის დაბრკოლებათა სიმაღლე შეზღუდულია 150 მ-ით.

მწვერვალებზე, უნაგირებზე, სტარტის მიმართულებით ღია საჰაერო მისასვლელების მქონე ტერასებზე განლაგებულ დასაფრენი მოედნებისათვის ვერტმფრენის მსგავსად აფრენებისა და დაფრენებისას „საჰაერო ბალიშის“ გავლენის გამოყენებით და გამოყენების გარეშე II და III წონითი კატეგორიის ვერტმფრენებისათვის სიმაღლის მინიმალური გადამეტება ადგილის საერთო რელიეფთან შედარებით აფრენის მიმართულებით უნდა მიიღებოდეს არაუმეტეს 300 მ.

ვერტმფრენების და დასაფრენი მოედნების ელემენტების ზომებს (ცხრ. 1.7) ინარჩუნებენ მუდმივად მიუხედავად ბარომეტრული სიმაღლისა, ჰაერის ტემპერატურისა და ტენიანობისა. მათი გათვალისწინება ხდება ასაფრენი ან დასაფრენი მასის ცვლილებით თითოეული ვერტმფრენის საფრენი ექსპლუატაციის სახელმძღვანელოს (სეს) რეკომენდაციების შესაბამისად.

ვერტოდრომის ძირითადი ელემენტებია: საფრენი ზოლი, „საჭით მართვის ბილიკები“, სადგომების ადგილები, პერონი, დასაბმელი და დევიაციური მოედნები. ამ ელემენტების დანიშნულება ისეთივეა, როგორც აეროდრომის ელემენტებისა.

მუდმივი მიწისზედა ვერტმფრენების ადზ-ს მაქსიმალურად დასაშვები ქანობები მოყვანილია ცხრილ 1.8-ში.

წყალარინების უზრუნველსაყოფად ხელოვნური საფარით ადზ-ს მინიმალური გრძივი ქანობები უნდა იყოს 0,0025, განივი – 0,005, გრუნტით საფარით ადზ-სთვის – 0,005.

ცხრილი 1.8

საფარები	ქანობები	ვერტმფრენები		
		მძიმე (15ტ-ზე მეტი)	საშუალო (5-15ტ)	მსუბუქი (2-5ტ)
გრუნტის საფარით ადზ (გადზ)	გრძივი	0,025	0,03	0,03
	განივი	0,02	0,02	0,02
ხელოვნური საფარით ადზ (ხადზ)	გრძივი	0,02	0,025	0,025
	განივი	0,015	0,015	0,015

შენობების სახურავებზე და ამოწეულ ბაქნებზე განლაგებული მოედნების განივი და გრძივი ქანობები არ უნდა აღემატებოდეს 0,01-ს.

საჭით მართვის ბილიკებს უნდა ჰქონდეთ 0,03-ზე არაუმეტესი მაქსიმალური გრძივი დაქანებები, განივი – 0,02-ზე, მინიმალური იგივე, როგორც ხელოვნური საფარით ადზ-სთვის. მათი სიგანე და ადზ-თან, და-სთან და პერონთან შეუღლებების რადიუსები მითითებულია ცხრილ 1.9-ში.

ცხრილი 1.9

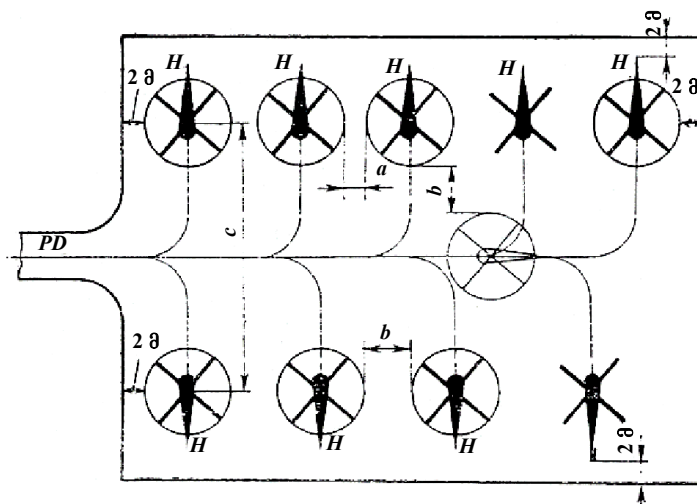
ზომები, მ	ვერტმფრენები		
	მძიმე (15ტ-ზე მეტი)	საშუალო (5-15ტ)	მსუბუქი (2-5ტ)
საჭით მართვის ბილიკების სიგანე	6	8	15
შეუღლებათა რადიუსები R	12	16	28
მტკვრმოცილების ზოლების სიგანე	4	8	12

დგომის ადგილები (და) შეიძლება იყოს ჯგუფური და ინდივიდუალური. ჯგუფური მოითხოვს ნაკლებ ფართობს და მათი მოწყობა მიზანშეწონილია ვერტმფრენების დიდი ოდენობისას. ინდივიდუალური გამოიყენება ვერტმფრენების მცირე ოდენობისათვის (5-მდე) ჯგუფური და-სთვის თავისუფალი ფართობის არარსებობისას და ასაფრენ-დასაფრენი ოპერაციების შესრულების აუცილებლობის

შემთხვევაში. ინდივიდუალური და-ები ორი ტიპის არსებობს: 1 – ვერტმფრენის შემოსვლით მზიდი ხრახნის წვეაზე ან ბუქსირის დახმარებით და ძირითადი თვლის გარშემო მობრუნებით; 2 – მობრუნებით, მცირე სიმაღლეზე მოფრენისას ვერტმფრენის ჰაერში დასაყენებლად (რეკომენდებულია საშუალო და მსუბუქი ვერტმფრენებისათვის). ინდივიდუალური და-ების ზომები და ჯგუფურ და-ზე ვერტმფრენების მზიდი ხრახნების ნიხბების ბოლოებს შორის მანძილები მოყვანილია ცხრილ 1.10-ში. ჯგუფურ და-ზე ვერტმფრენების ორ რიგად განლაგების სქემა მოყვანილია ნახ. 1.19-ზე.

ცხრილი 1.10

მაჩვენებლები	ვერტმფრენები			
	მსუბუქი მ-1, მ-2 ტიპის	მსუბუქი კა-26 ტიპის	საშუალო	მძიმე
ვერტმფრენებს შორის მანძილი რიგში საბუქსირის მეშვეობით შემოსვლისას a , მ	3	3	5	8
იგივე, საკუთარი წვეით შემოსვლისას b , მ	7	6	11	18
მოპირდაპირე რიგებს შორის მანძილი c , მ	43	39	63	100
ინდივიდუალური სა-ების ზომები, მ:				
პირველი ტიპის	18X14	18X14	24X18	46X32
მეორე ტიპის	14X10	14X10	22X12	-



ნახ. 1.19. ჯგუფურ და-ზე ვერტმფრენების ორ რიგად განლაგების სქემა

ვერტმფრენის მზიდი და უკანა (კუდის) ხრახნების მბრუნავი ნიხბების მანძილი და-ს საფარის კიდემდე უნდა იყოს არანაკლებ 2 მ-სა, ხოლო ჯგუფური და-ს და საფრენი ზოლის ღერძებს შორის, ასევე ინდივიდუალურ და-ს შორის – არანაკლები საანგარიშო ვერტმფრენის მზიდი ხრახნის სამი დიამეტრისა.

დგომის ადგილების ზედაპირთა ქანობი საფარის ტიპების მიუხედავად არ უნდა აღემატებოდეს 0,015; მათი მინიმალური მნიშვნელობები იგივეა, რაც საჭის ბილიკებისათვის.

ვერტმფრენებს შუბლა ფართის უმნიშვნელო სიდიდე (ქარისადმი წინააღმდეგობა) აქვთ, ამიტომ ღუზის სამაგრებით და-ების აღჭურვა არ არის საჭირო, გარდა მთიანი, საზღვაო და სხვა რაიონებისა, სადაც ქარის სიჩქარე შეიძლება იყოს 20 მ/წმ და მეტი. აგრეთვე მიწიდან ან ზღვის ზედაპირიდან, ამოწეული შენობების სახურავებზე მოედნების მოწყობისას, მაგ. პლატფორმებზე, მცურავ საბურღ დანადგარებზე, საზღვაო და სამდინარო ხომალდებზე. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა ვერტმფრენების ღუზის ან საჭერით დამაგრება.

სავერტმფრენო სადგურებზე და სარემონტო საწარმოებში ეწყობა მისაბმელი მოედნები მსუბუქი და საშუალო ვერტმფრენების დამაგრებისათვის მათი ძალოვანი დანადგარების მაქსიმალურ რეჟიმში მოსინჯვისას. საბორტო მისაბმელი დამაგრებისათვის საანგარიშო ძალები მიიღება 2,5 მაქსიმალური ასაფრენი მასის ტოლი, ხოლო ცხვირის – საბორტოს 40%-ის ტოლი. მისაბმელი მოედნების რაოდენობა ინიშნება შემდეგი გაანგარიშებიდან: ერთი მოედანი 10 საშუალო ან 15 მსუბუქი ვერტმფრენისათვის.

და-ზე და მისაბმელ მოედნებზე ვერტმფრენების საღუზო და მისაბმელი დამაგრების საანგარიშო ძალები მოყვანილია ცხრილ 1.11-ში.

ცხრილი 1.11

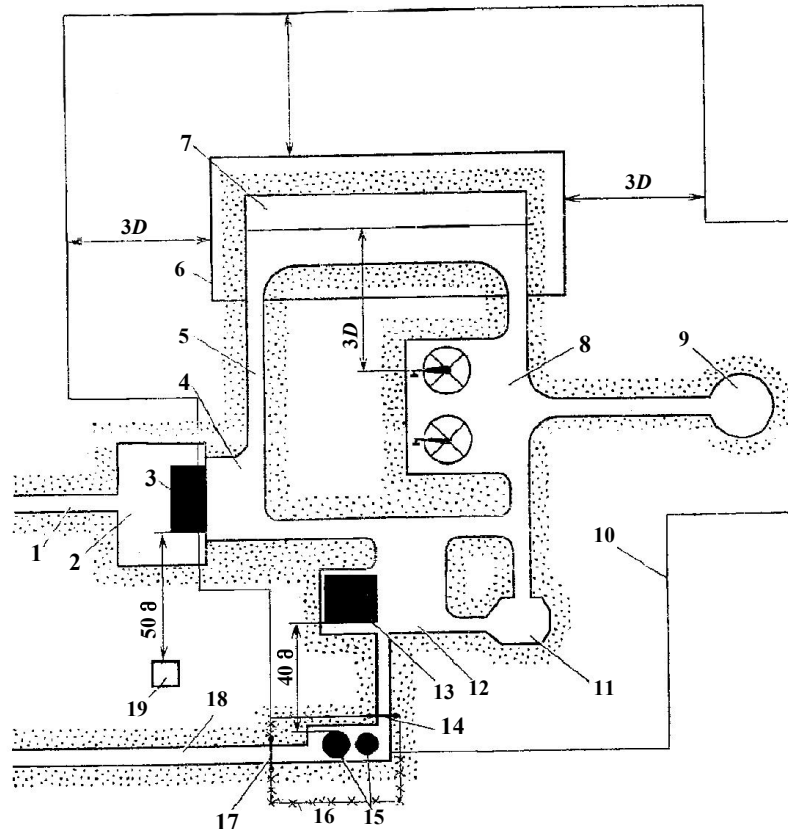
მაჩვენებლები	ვერტმფრენები						
	მი-1	მი-2	კა-26	საშუალო		მძიმე	
დამაგრების საანგარიშო ძალები, კნ:							
საღუზე საბორტო	15	15	15	35	35	90	90
საღუზე ცხვირის	5	5	15	15	15	35	35
მისაბმელი საბორტო	75	90	70	180	300	-	-
მისაბმელი ცხვირის	30	35	70	76	120	-	-

ყველა კლასის სავერტმფრენო სადგურების პერონები იანგარიშება ერთი სარეისო ვერტმფრენის დგომაზე გათვლით. პერონის ფორმებმა და ზომებმა უნდა უზრუნველყონ ვერტმფრენის დგომა და საჭით მართვის და მანევრირების საშუალება სპეცმანქანების აუცილებელი ოდენობის განლაგების და მგზავრთა თავისუფალი ჩასხდომისა და გადმოსხმის უზრუნველყოფის გათვალისწინებით.

სავერტმფრენო სადგურების გენერალური გეგმების გადაწყვეტის ძირითადი დებულებები იგივე, როგორც აეროპორტების გენგეგმებისათვის გამომდინარე, ტექნოლოგიური პროცესის უზრუნველყოფის პირობიდან. საფრენი ზოლი

ძირითადი ნაგებობაა, რომლის ფორმასა და ადგილზე განთავსებაზეა დამოკიდებული ყველა დანარჩენი შენობა-ნაგებობებისათვის რაციონალური ადგილები შერჩევა. ამასთანავე, სამგზავრო პერონით აღჭურვილი აეროვაგზლის შენობა მთელი დაგეგმარების კომპოზიციურ ცენტრს წარმოადგენს.

საბაზო სავერტმფრენო სადგურის გენერალური გეგმის სქემა მოყვანილია ნახ. 1.20-ზე.



ნახ. 1.20. სავერტმფრენო სადგურის გენერალური გეგმის სქემა:

1 – მისასვლელი საავტომობილო გზა; 2 – ვაგზლისწინა მოედანი; 3 – სასამსახურო-სამგზავრო შენობა; 4 – პერონი; 5 – საჭის ბილიკი; 6 – საფრენი ზოლი; 7 – ასარფენ-დასაფრენი ზოლი; 8 – ჯგუფური და; 9 – დევიაციური მოედანი; 10 – შემოღობვა; 11 – მისაბმელი მოედანი; 12 – დოკის წინა მოედანი; 13 – ვერტმფრენების ტექნიკური მომსახურების დოკი; 14 – შლაგბაუმი; 15 – საწვავისა და ზეთების (სსმ) საწყობი; 16 – სსმ-ის საწყობის შემოღობვა; 17 – სსმ-ის საწყობის ავტომატურად ჩამკეტი კარები; 18 – საწყობთან მისასვლელი გზა; 19 – მეტეომოდანი; D – ვერტმფრენის ხრახნის დიამეტრი

სავერტმფრენო სადგურები შეიძლება დაპროექტდეს ყველა კლასის აეროპორტებში. ასეთ შემთხვევაში მათ შემადგენლობაში, როგორც წესი, შედის საფრენი ბილიკი, და და სბ (საჭის ბილიკი), ხოლო აეროვაგზლიდან დაფრენის ადგილის 100-150 მ-ზე მეტით დაშორებისას ასევე შედის პავილიონი ატმოსფერული ნალექებისაგან მგზავროთა დასაცავად. სხვა შენობა-ნაგებობები გაათვალისწინებული არ არის, და იყენებენ აეროპორტის შესაბამისი სამსახურების ფართობებს.

1.12. სავერტმფრენო სადგურების სასამსახურო-ტექნიკური ტერიტორია და მისი განაშენიანება

სავერტმფრენო სადგურის სასამსახურო-ტექნიკურ ტერიტორიას (სტტ) არსებულ მისასვლელ გზებსა და საინჟინრო კომუნიკაციებთან მაქსიმალურად ახლოს ათავსებენ. ამ ტერიტორიაზე თავსდება სასამსახურო-სამგზავრო შენობა საკომანდო-სადისპეტჩერო პუნქტით (სსპ), საწარმოო შენობა, დოკი ტექნიკური მომსახურებისათვის, საწვავ-საპოხი მასალებისა და ტექნიკური ქონების საწყობები, ფარეხი, სადგურშიგა ავტოგზები.

სასამსახურო-სამგზავრო შენობა განკუთვნილია გამფრენი, ჩამომფრენი და სატრანზიტო მგზავრებისათვის, გამცილებელი და დამხვედრი ადამიანების რაოდენობის გათვალისწინებით, და ასევე მეექვსე თანრიგის საკომანდო-სადისპეტჩერო პუნქტის (სსპ-VI) სათავსებისთვის. მისი გამტარუნარიანობა მიიღება 25 მგზავრი/საათში ერთ სარეისო ვერტმფრენ მი-8-ზე გაანგარიშებით. საერთო ფართობი – 898 მ² I და II კლასის სავერტმფრენო სადგურებზე და 532 მ² – III კლასის სადგურებზე.

ფუნქციურ-ტექნოლოგიური დანიშნულების მიხედვით სასამსახურო-სამგზავრო შენობის სათავსები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად: ძირითადი ტექნოლოგიური დანიშნულების (საოპერაციო ზონა, მოსაცდელი ზონა, სპეციალური კონტროლის, მგზავრებისა და ბარგის შემოწმების ოთახი, შესანახი კამერა); მგზავრთა დამატებითი მომსახურების (დედისა და ბავშვის ოთახი, სავაჭრო წერტილები, სამედიცინო პუნქტი და სხვ.); ადმინისტრაციულ-საყოფაცხოვრებო დანიშნულების (გადახიდვათა სამსახურისთვის, პოლიციისთვის, გასამხედროებული დაცვისთვის და სხვ.); საწარმოო – ადგილობრივი საჰაერო მიმოსვლის საკომანდო-სადისპეტჩერო პუნქტისა და სავერტდრომო დისპეტჩერული პუნქტის განთავსებისთვის.

15 ათ. მგზავრამდე წლიური მოცულობის სამგზავრო გადაზიდვების სავერტმფრენო სადგურებზე აგებენ ავიაპერონს, რომელიც საქვეითო ბილიკით უერთდება უშუალოდ ასაფრენ-დასაფრენ ზოლს (აფზ), და პავილიონი ცუდი ამინდის დროს თავის შესაფარად. მგზავრთა ფეხით გადაადგილებისას გზის სიგრძე არ უნდა აღემატებოდეს 50 მ.

მგზავრთა და მომსვლელთა საორიენტაციოდ სასამსახურო-სამგზავრო შენობაში უნდა არსებობდეს ინფორმაციის შემდეგი საშუალებები: ვიზუალურ-ოპერატიული (შუქფარი, სტენდები, მაჩვენებელი ნიშნები); რადიოშეტყობინებისა და სატელეფონო.

დოკი განკუთვნილია ვერტმფრენების ოპერატიულ-ტექნიკური მომსახურებისა და მიმდინარე რემონტისათვის. დოკის ზომები იანგარიშება ერთი ვერტმფრენის მოხსნილი მზიდი ხრახნით მოთავსების პირობებიდან. ერთი საანგარიშო ვერტმფრენის დგომისათვის უნდა არსებობდეს დოკისწინა მოედანი, რომელიც საჭირო მართვის ბილიკით უერთდება და-ს და მისაბმელ მოედანს. დოკის მიახლოებითი ფართობი შეადგენს 288 მ². სამხრეთ რაიონებში (სადაც ძლიერი ქარებია) III კლასის სავერტმფრენო სადგურზე დოკის ნაცვლად დაშვებულია დამცავი კედლების მოწყობა (აგურისგან, ყორე ქვისაგან და სხვ.), რომელთა სიმაღლე 0,5 მ-ით აღემატება საანგარიშო ვერტმფრენის უმაღლეს წერტილს.

საინჟინრო-საავიაციო სამსახურის სასაამქრო, სასაწყობო, საყოფაცხოვრებო და ადმინისტრაციული სათავსების განლაგებისათვის განკუთვნილ საწარმოო შენობას და ასევე დოკს ათავსებენ და-სთან და მისაბმელ მოედანთან ახლოს. საწარმოო შენობის ფართობი I კლასის სავერტმფრენო სადგურებში მიიღება 250 მ²-ის ტოლი, II კლასის – 200 მ² და III კლასის – 100 მ².

სსმ-ს საწყობი უნდა იყოს განლაგებული ვერტდრომთან ჰაერის მისასვლელი ზონის გარეთ ქარზურგა მხრიდან და შეძლებისდაგვარად რელიეფის დადაბლებულ უბანში. ის არანაკლებ 40 მ-ით უნდა იყოს დაშორებული სხვა ნაგებობებისაგან და 75 მ-ით ასაფრენი ბილიკის საზღვრისგან და და-სგან. ავიასაწვავის შესანახად შეიძლება გამოყენებულ იქნას ფოლადის ჰორიზონტალური რეზერვუარები, ხოლო ზეთებისთვის – სპეცტარა. აეროპორტებში ან მათგან უშუალო სიახლოვეს განლაგებული სავერტმფრენო სადგურების უზრუნველყოფას ავიასაწვავითა და ზეთით ახორციელებს აეროპორტის სსმ-ების სამსახური. ვერტმფრენების გამართვა ხდება მოძრავი საწვავგამმართველებით, ცენტრალიზებული გამართვის გამართი-ვეებული სისტემებით ან გამართვის გადასატანი და მოძრავი საშუალებებით.

წყალზედა ვერტოდრომები და დასაფრენი მოედნები ეწყობა ხიმიწებზე ან მცურავ საშუალებებზე (პონტონი, ბარჯა) უშუალოდ წყალსატევების ნაპირთან, რაც იძლევა სანაპირო უბანში სსტ-ს განთავსების საშუალებას. სამუშაო მოედნისა და წყლის უმაღლესი ჰორიზონტის ნიშნულებს შორის სხვაობა უნდა იყოს არანაკლებ 1 მ-სა.

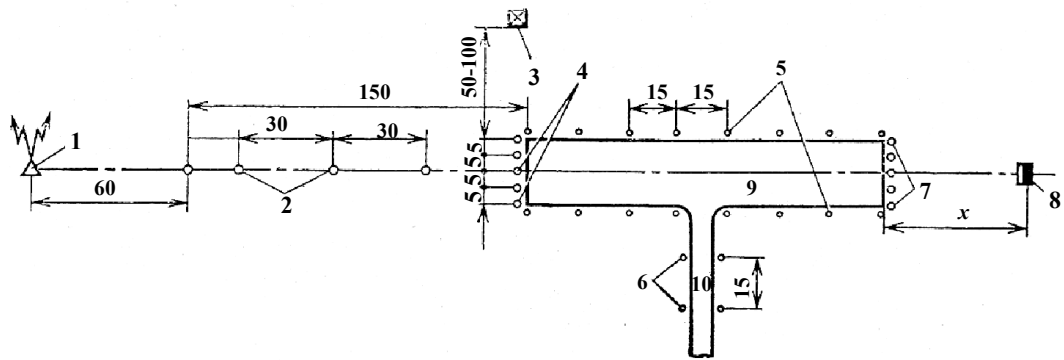
წყალზედა ასაფრენ-დასაფრენი პლატფორმების (ბრტყელი წამწები, კოჭები, ფენილები, ხიმიწები) მზიდი კონსტრუქციები გათვლილია ვერტმფრენის მაქსიმალური ასაფრენი მასის წერტილოვან ზემოქმედებაზე კოეფიციენტით 1,5%, ფენილი (გადახურვა) – მაქსიმალური ასაფრენი მასის 75%-ის ტოლ კონცენტრირებულ ზემოქმედებაზე, რომელიც განაწილებულია 30X30 სმ ზომის ფართობზე. გარდა

ამისა, ფენილი უნდა შემოწმდეს დროებითი თანაბრად განაწილებული დატვირთვისადმი (ძლიერი თოვა, მგზავრთა, ტექნიკური პერსონალის, მექანიზაციის მოძრავი საშუალებების გროვა და სხვ.) სიმტკიცეზე, რომელიც მიიღება 500 მპა-ს ტოლი.

წყალზედა ვერტოდრომის (დასაფრენი მოედნის) მთელ პერიმეტრზე ვერტმფრენის გამოგორების თავიდან ასაცილებლად უნდა მოეწყოს 25-30 სმ სიმაღლის, ხის ძელისგან ან ლითონის პროფილისგან დამზადებული შემზღუდველი ბორტი (კამინგსი), და დამცავი ლითონის ბადე, რომელიც წყლისზედა პლატფორმის კიდისგან 150 სმ-ითაა გამოტანილი და დამაგრებულია ფენილის ნიშნულზე 40 სმ-ით დაბლა. ბადის გარე კიდე პლატფორმის ნიშნულის დონეზე უნდა იყოს.

წყალზედა ვერტოდრომი ტრაპის მეშვეობით უნდა უერთდებოდეს ნაპირს. ტრაპის სიგანე მიიღება 10 მ-ის ტოლი მძიმე ვერტმფრენების ექსპლუატაციისას, საშუალო და მსუბუქისთვის – 4მ, ხოლო მათი სიმტკიცე იანგარიშება წერტილოვან დატვირთვებზე გათვლით, რომლებიც შესაბამისად 60, 18 და 4,5 ტ ტოლია. ტრაპებს შემზღუდველი ბორტები უნდა ჰქონდეს. წყალზედა ვერტოდრომის გარე კუთხეებში უნდა იყოს მოწყობილი სტანდარტული სამდინარო სანავიგაციო მაშუქები.

დამე და ცუდი ხილვადობის პირობებში ვერტმფრენების გადაადგილების უსაფრთხოების მიზნით მუდმივ ვერტოდრომებზე და დასაფრენ მოედნებზე ეწყობა შუქსასიგნალო მოწყობილობა (ნახ. 1.21); ამძრავი შუქურა წითელი ფერის გამოსხივებით 210 მ მოშორებაზე ადზ-ის (9) დასაწყისიდან, ვერტმფრენის (1) აფრენისა და დაფრენის მხრიდან; თეთრი ფერის მიახლოების შუქები ადზ-ის ღერძის მიმართულებით, 30 მ ინტერვალით (5 შუქი) შუქურას (2) მიმართულებით; სასტარტო საკომანდო პუნქტი (სსპ) შემავალი შუქების ხაზზე, ადზ-ის გვერდითი საზღვრიდან (3) 50-100 მ-ით გვერდით მოშორებაზე; მწვანე ფერის შემავალი შუქები ადზ-ის მთელ სიგანეზე 5 მ-ის დაშორებით (5 შუქი), 3 მ-ის მანძილზე ადზ-ის დასაწყისიდან (4); თეთრი ფერის დასაფრენი შუქები ადზ-ის გვერდითი კიდეების გასწვრივ 15 მ-ის დაშორებით, 1 მ-ის მანძილზე კიდისგან (5) და ლურჯი ფერის საჭით მართვის შუქები, რომლებიც განლაგებულია სბ-ს გვერდითი კიდეების გასწვრივ ისევე, როგორც დასაფრენი შუქები (5); წითელი ფერის შემზღუდველი შუქები ისევე, როგორც შემავალი შუქები (7); სრიალის (გლისადის) შუქმანქვენებელი (8) ისეთ მანძილზე, რომელიც დამოკიდებულია საანგარიშო ვერტმფრენის (x) ტიპზე, ადზ-ის ღერძის გაგრძელებაზე ადზ-ის ტორსს იქით დაფრენის მხრიდან.



ნახ. 1.21. შუქსასიგნალო მოწყობილობის განლაგების სქემა მძიმე
ვერტმფრენებისათვის განკუთვნილ ვერტოდრომებზე

შუქსასიგნალო მოწყობილობის ელექტროკეცა უნდა განხორციელდეს ადგილობრივი ქსელიდან აუცილებელია რეზერვში იყოს ძრავიანი ავტონომიური აგრეგატი. შუქსასიგნალო მოწყობილობის არმქონე დასაფრენი მოედნებიდან ღამე ვერტფრენის მსგავსად აფრენასა და დაფრენებისას რეკომენდებულია სამუშაო ფართობის განათება მცირე სიმძლავრის პროექტორებით.

მუდმივი ვერტოდრომებისა და დასაფრენი მოედნების ადზ-ებს ასევე უნდა ჰქონდეთ დღის მონიშვნა (მარკირება), რომელიც გაუადვილებს პილოტს ჰაერიდან მათ ამოცნობას და ასაფრენ-დასაფრენი ოპერაციების შესრულებას. მონიშვნის შემადგენლობაშია ვერტმფრენისებური დაფრენისას მიწაზე დაფრენის უბნის (ადგილის) შეზღუდვის ნიშნები, სასაზღვრო ნიშნები (კუთხის და მწკრივული, გვერდებზე), სასტარტო ხაზები, ხოლო შენობების სახურავებზე და ამოწეულ პლატფორმებზე განლაგებულია დასაფრენ მოედნებზე – ამოსაცნობი ნიშანი მოცემული ვერტოდრომისათვის ვერტმფრენის მასის შეზღუდვის ციფრით (ტონებში), გრძივი-ღერძული ხაზი.

თაზი 2. არახისტი საგზაო სამოსების გაანგარიშება

2.1. დატვირთვები გზის სამოსზე

გზის სამოსზე ძირითად დატვირთვას წარმოადგენს ავტომობილის თვლების დაწოლა. თანამედროვე ავტომობილებს აქვთ პნევმატური სალტეები ჰაერის შიდა წნევით 1,5-დან 7 კგ/სმ²-მდე. ანსხვავებენ დაბალი და წნევის სალტეებს ჰაერის წნევით 1,75-5,5 კგ/სმ²-ზე და მაღალი წნევის სალტეებს 5-7 კგ/სმ².

თვალისგან დატვირთვა გზის ზედაპირის გადაეცემა ფართით, რომელიც ტოლია

$$F = \frac{G}{kP_0}, \quad (2.1)$$

სადაც G – სტატიკური დატვირთვაა თვალისგან ფენილზე, კგ; P_0 – სალტეში ჰაერის წნევა, კგ/სმ²; k – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სალტეების გვერდითი კედლების სიხისტის გავლენას, ტოლია 1,0-1,3 და დამოკიდებულია სალტეების ტიპზე. გზის სამოსის გაანგარიშებისას გამოდიან საშუალო მნიშვნელობებიდან $k=1,1$.

მოძრაობის დროს ფენილზე სალტეების წნევა იზრდება სხვადასხვა ფაქტორების გავლენის შედეგად: სალტეების გახურებისა და მათში ჰაერის შიდა წნევის გაზრდით, სალტეების სიხისტის გაზრდით საბურავის გაჭიმვის შედეგად ცენტრიდანული ძალისაგან. სალტის ნებისმიერი წერტილის ფენილთან ხანმოკლე კონტაქტის გამო, რის შედეგადაც სალტე ვერ ასწრებს შეკუმშვას იმ სიდიდემდე, რომელიც შეესაბამება ფაქტიურად მომქმედი დატვირთვის სტატისტიკურ მნიშვნელობას, იგი თითქოს უფრო ხისტი ხდება.

ამის გარდა, გზის ზედაპირს ყოველთვის აქვს უსწორობა სხვადასხვა სიგრძის ტალღების სახით (1-დან 20-მდე და მეტი), რომლებზეც მოძრაობის დროს წარმოიქმნება ავტომობილის რხევები. თვლების წნევა ფენილზე ხან მატულობს, ხან მცირდება საშუალო სიდიდესთან შედარებით.

მოძრავი ავტომობილის თვლების ფენილზე წნევის თეორიული ანალიზი და ცდების მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ 80 კმ/სთ სიჩქარის დროს წნევა საფარზე იზრდება დაახლოებით სიჩქარის პირდაპირპროპორციულად, და შემდეგ კი პრაქტიკულად მუდმივი რჩება.

გრუნტების და ზოგიერთი კონსტრუქციული ფენების სიბლანტის გამო გზის საფარის დეფორმაციები მიმდინარეობს შენელებულად. საგზაო სამოსების გამოცდა

საცდელი დატვირთვებით გვიჩვენებს, რომ სამოსის ჩაღუნვის სრული სიდიდე, რომელიც შეესაბამება მოდებულ დატვირთვას მიიღება მხოლოდ რამდენიმე წუთის შემდეგ.

მგორავი თვალის გზაზე ხანმოკლე ზემოქმედებისას, ფენილის დეფორმაციის სიჩქარის შეყოვნების და ინერციული წინაღობის შედეგად, საგზაო სამოსი ჩაიღუნება ნაკლებად, ვიდრე იმავე სიდიდის სტატიკური ძალის მოდებისას. გრუნტის ფუძისათვის ეს ტოლფასია თითქოს წნევის შემცირებისა ან მისი დრეკადობის მოდულის გაზრდისა.

გაზომვებით დადგენილი იყო, რომ გზის სწორი ზედაპირის შემთხვევაში ქვენაფენ გრუნტში მოძრავი დატვირთვიდან აღძრული ძაბვები ნაკლებია ვიდრე სტატიკურ ძალისგან. ფენილის არასწორი ზედაპირის დროს გრუნტის ფუძისათვის დინამიკური კოეფიციენტი აღემატება ერთს, მაგრამ იგი მაინც ნაკლებია ფენილზე თვლის უშუალო დარტყმის დროზე გაზომილ კოეფიციენტზე. დინამიური კოეფიციენტი მით მეტია, რაც უფრო არასწორია საფარი.

გზის საექსპლუატაციო სამსახური უნდა უზრუნველყოფდეს ფენილის ზედაპირის სისწორეს, ამიტომ არახისტი საგზაო ფენილების გაანგარიშებისას მხედველობაში არ იღებენ დინამიურ კოეფიციენტს მისი სრული მნიშვნელობით. ის ნაწილობრივ აისახება ავტომობილებისაგან დატვირთვის მრავალჯერადი გადაცემის შემასწორებელ კოეფიციენტში.

გზის ქალაქგარეთა მონაკვეთებზე ყველა სახის საგზაო სამოსისათვის საანგარიშო დატვირთვად იღებენ ავტომობილების თვლების სტატიკურ წნევას, რომელიც ნორმირებულია სახელმწიფო სტანდარტით ავტომატარებლების გაბარიტებზე.

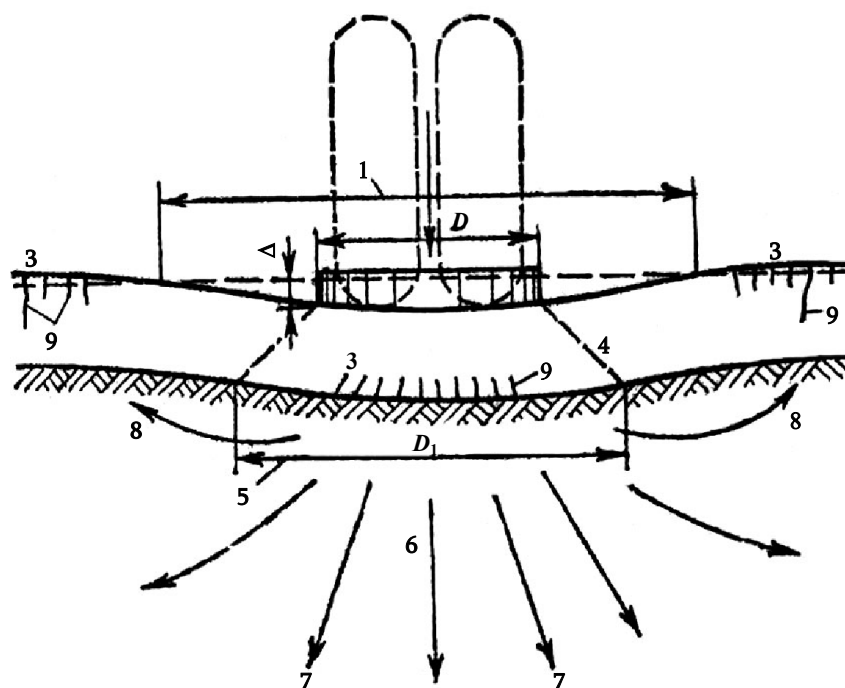
ქალაქის ქუჩების სამოსის დაპროექტებისას გამოდიან საანგარიშო მოძრავ ვენტიკალურ დატვირთვებისაგან, რომლებიც მიღებულია ხელოვნური ნაგებობების გაანგარიშებისათვის საავტომობილო გზებზე. მონაცემები დატვირთვებზე მოცემულია 2.1 ცხრილში.

A ჯგუფის ავტომობილებისაგან დატვირთვები გამოიყენება საერთაშორისო და შიდასახელმწიფო დანიშნულების გზებზე, აგრეთვე უფრო დაბალი კატეგორიის გზებზე, თუ მათზე გათვალისწინებულია *A* ჯგუფის სატრანსპორტო საშუალებების გატარება. ადგილობრივ გზებზე სამოსის გაანგარიშებას ატარებენ *B* ჯგუფის ავტომობილებზე. ადგილობრივი მნიშვნელობის გზებზე საანგარიშო დატვირთვა 60 კნ (KH) მიიღება შემსუბუქებული ტიპის სამოსებისათვის. გარდამავალი და დაბალი ტიპის სამოსებს ანგარიში არ ესაჭიროება.

სატრანსპორტო საშუალებები	უმცირესი სტატიკური დატვირთვა დერძზე კნ (KH)	ნორმირებული დატვირთვა ბორბალზე, კნ (KH)		საშუალო წნევა Mpa	ბორბლის საანგარიშო დიამეტრი, სმ	
		უძრავი	მოძრავი		უძრავი	მოძრავი
სატვირთო ავტომობილები:						
ჯგუფი A	100	50	65	0,60	33	37
ჯგუფი B	60	30	39	0,50	28	32
ავტომობილები:						
ჯგუფი A	110	55	72	0,60	34	39
ჯგუფი B	70	35	46	0,50	30	34

2.2. არახისტი საგზაო სამოსის სიმტკიცე

არახისტი საგზაო სამოსის დეფორმაცია ერთდროულად ან ერთმანეთის მიმდევრობით მიმდინარე რიგი პროცესების შედეგია (ნახ. 2.1).



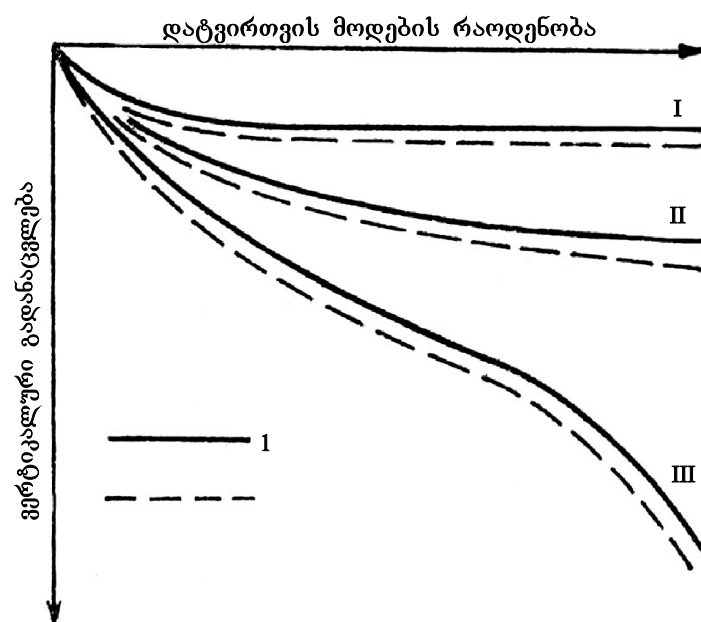
ნახ. 2.1. ავტომობილის თვლების ქვეშ ჩაღუნვის ჯამის წარმოქმნის და არახისტი საგზაო სამოსის დარღვევის სქემა:

- 1 – ჩაღუნვის ჯამი; 2 – სამოსის შეკუმშვის ზონა; 3 – გაჭიმვის ზონა;
 4 – სამოსის ჩაჭრის ზედაპირი; 5 – გრუნტზე დაწნევის გადაცემის ფართობი;
 6 – საფუძველში დამკვირვებული გრუნტი; 7 – გრუნტის შემკვირვების მიმართულება; 8 – გრუნტის ამოზნექვა; 9 – სამოსის ბზარები; Δ – სამოსის ჯდომის დეფორმაციის სიდიდე.

დატვირთვის შედეგად საგზაო სამოსის გრუნტის ფუძე იკუმშება აქტიური ზონის ფარგლებში. ეს თავის მხრივ იწვევს სამოსის ჩაღუნვას მრუდხაზოვანი ზედაპირით ე.წ. Δ – სიღრმის ჯამური ჩაღუნვის წარმოშობით. რაც უფრო მეტია გზის სამოსის სისქე და სიხისტე მით უფრო მეტ ფართზე განაწილდება გარე ძალების წნევა და მით ნაკლებია გრუნტზე გადაცემული ძაბვა.

დატვირთვისაგან სამოსის ზედა ნაწილში მასალა იკუმშება, ხოლო კონსტრუქციული ფენების ქვედა ნაწილში იჭიმება. როცა გამჭიმავი ძაბვები აღემატება მასალის სიმტკიცის ზღვარს, მაშინ ფენილში ან ფუძეში წარმოიშვებიან ბზარები. საკონტაქტო ფართის მთელ პერიმეტრზე მოქმედებენ ე.წ. ჩამომჭრელი ძაბვები, რომლებიც დიდი დატვირთვისას ზოგჯერ იწვევენ გზის საფარის ჩატეხვას (ჩაჭრას) და საკონტაქტო ფართის ქვეშ ფენილის განცალკევებას წაკვეთილი კონუსის სახით. არაბმული (შეუკავშირებელი) და მცირებმული მასალების ფუძეებში და ქვენაფენ გრუნტში თუ მხები ძაბვები აღემატება მასალის შიგა შეჭიდულობის ძალას სამოსში შეიძლება წარმოიქმნას პლასტიკური დენადობის ზონები, რომელთა განვითარების შედეგად სიმტკიცე მკვეთრად მცირდება.

რაც უფრო თხელია სამოსი და სიხისტის მიხედვით ნაკლებად განსხვავდება ქვენაფენ გრუნტისაგან, მით უფრო ხშირად ხდება სამოსის ამოტეხვა. არახისტ საგზაო სამოსზე სხვადასხვა დატვირთვის მრავალჯერადი მოდების დროს, როცა ძალის გადაცემა ხდება ერთნაირი სიდიდის ფართზე (შტამპზე) საფარის ჩაღუნვის ზრდის მრუდი შეიძლება გამოისახოს ნახ. 2.2. ნაჩვენები ერთ-ერთი მრუდით.



ნახ. 2.2. საგზაო სამოსელის დეფორმაციის დაგროვების კანონზომიერებანი მრავალჯერადი დატვირთვისას:
1 – ნარჩენი დეფორმაციები; 2 – დეფორმაციის მთლიანი სიდიდე.

თუ დატვირთვები შეესაბამებოდა საგზაო სამოსის საანგარიშო სიმტკიცეს, ხოლო მისი ფენები და მიწის ვაკისის გრუნტები კარგადაა შემჭიდროვებული, საგზაო სამოსი განიცდის მხოლოდ დრეკად ჩაღუნვებს. გზის ექსპლუატაციაში ჩაბარების შემდეგ პირველ პერიოდში, სანამ მოხდება საბოლოო ფორმირება, ზოგიერთმა საგზაო სამოსმა შეიძლება მიიღოს ნარჩენი დეფორმაციები, ეს განპირობებულია თანდათან მიღევად დამატებით შემჭიდროებისაგან, რომლის შემდეგ დეფორმაციები მხოლოდ დრეკადია (ხაზი I).

დიდი დატვირთვების ქვეშ ან ფუძის გრუნტის სიმტკიცის დროებით დაქვეითებისას გაზაფხულის ან შემოდგომის პერიოდში თანდათან გროვდება მცირე პლასტიკური დეფორმაციები (II ხაზი). თუ მათი ჯამური სიდიდე ფენილის შესუსტების პერიოდში აღემატება გარკვეულ დასაშვებ მნიშვნელობას, საფარი დაინგრევა (III ხაზი).

ამგვარად, ფენილის სიმტკიცე დამოკიდებულია ჩაღუნვის სიდიდის ზღვრულ დასაშვებ სიდიდეზე და დატვირთვის მოდების რაოდენობაზე გრუნტის საფუძველის შესუსტების მოვლ პერიოდში.

ძალიან დიდი დატვირთვების ან გრუნტების სიმტკიცის მნიშვნელოვნად შესუსტების დროს, ჯდომები, რომლებიც დასაწყისში შენელებულად მიმდინარეობს და გროვდება, შემდეგში იწყებს სწრაფ ზრდას და მას მოყვება სამოსის მთლიანი დაშლა.

იმ მოთხოვნილებების მიხედვით, რომლებსაც უყენებენ გზას, საგზაო სამოსის სისქის ანგარიში შეიძლება ჩატარდეს სამოსის დეფორმაციის ამა თუ იმ სიდიდის მიღწევის პირობიდან გამომდინარე.

ითვლება, რომ საგზაო სამოსები კაპიტალური ტიპის ფენილებით უნდა მუშაობდნენ დრეკადი დეფორმაციების სტადიაში და უნდა ჰქონდეთ სიმტკიცის საკმარისი მარაგი წლის ყველაზე არახელსაყრელ პერიოდშიც, როცა გრუნტს აქვს ყველაზე მცირე სიმტკიცე. გაუმჯობესებული შემსუბუქებული ტიპების გზის სამოსები იანგარიშება აგრეთვე პლასტიკური დეფორმაციების დაგროვების დაუშვებლად, მხოლოდ გაითვალისწინება სიმტკიცის ნაკლები მარაგით, ვიდრე კაპიტალური საფარის ტიპების დროს.

გარდამავალი ტიპის სამოსები, რომელთა ზედაპირის სისწორის აღდგენა ადვილია, იანგარიშება მოძრაობის ზემოქმედებისაგან დეფორმაციების გარკვეული დაგროვების დაშვებით. ეს იძლევა საშუალებას შემცირდეს საგზაო სამოსის სისქე. ბოლო ხანებში მსოფლიოს ქვეყნების უმრავლესობაში მათ შორის საქართველოში გარდამავალი ტიპის საგზაო სამოსებს აღარ ანგარიშობენ და

დაბალი ტიპის ფენილების მსგავსად ფენების სისქესა და მასალას ნიშნავენ კონსტრუქციულად, არსებული გამოცდილების მიხედვით.

მსოფლიოში მიღებული არახისტი საგზაო სამოსების გაანგარიშების მეთოდები მოწინავე ქვეყნების მეცნიერთა დიდი კოლექტივის მრავალწლიანი მუშაობის შედეგი.

მნიშვნელოვანი წვლილი ამ მეთოდების შემუშავებაში შეიტანეს პროფესორებმა ა.კრივისსკიმ და მ. კორსუნსკიმ. მოსკოვის ავტოსაგზაო ინსტიტუტის პროფ. ნ. ივანოვის ხელმძღვანელობით. აღსანიშნავია აგრეთვე ქართველი მეცნიერების პროფ. ვ. გოგლიძის და დ. გეგელიას ღვაწლი სამხრეთ კავკასიის პირობებში არახისტი ფენილების გაანგარიშების მეთოდების შემუშავებასა და სრულყოფაში.

მიმდინარე პროცესების სირთულესთან დაკავშირებით, დეფორმირებულ საგზაო სამოსში გაანგარიშების დროს მისი სიმტკიცის ძირითად მაჩვენებლად მიღებულია კომპლექსური მახასიათებელი – დასაშვები დრეკადი ჩაღუნვა. საგზაო სამოსის კონსტრუქციას, რომელიც აკმაყოფილებს ამ ძირითად მოთხოვნას ამოწმებენ აგრეთვე შემდეგი კრიტერიუმით: არაბმული (ფხვიერი) ფენების მდგრადობით ძვრისადმი. ბმული მასალების ფენებში გამჭიმავი ძაბვების დასაშვები სიდიდის, ზამთარში ამობურცვის დასაშვები სიდიდის და ფოროვანი ფენებიდან წყლის მოცილების უზრუნველყოფის პირობიდან.

2.3. საგზაო სამოსების სისქის საანგარიშო მეთოდები

საგზაო სამოსის სისქის ანგარიში საკმაოდ რთულია. ამის გამო რომელიმე კონკრეტულ მეთოდს ჯერ კიდევ არ მიუღია საერთაშორისო აღიარება და ფენების სისქეების დასაბუთებას სხვადასხვა ქვეყნებში სხვადასხვა მეთოდებით აწარმოებენ. ყოფილ სსრკ-ში მიღებული იყო და დსთ-ს ქვეყნებში დღემდე გამოიყენება მაღალ თეორიულ დონეზე შესრულებული ანგარიშის მეთოდები. საზღვარგარეთის მოწინავე ქვეყნებში კი ფართოდაა გავრცელებული ნახევრადემპირიული მეთოდები, რომლებიც დაფუძნებულია მძიმე ავტომობილების საცდელ გავლებზე და საგზაო სამოსების ექსპლუატაციის პრაქტიკულ გამოცდილებაზე.

საგზაო სამოსის სისქის გაანგარიშების აღიარებული მრავალრიცხოვანი მეთოდები, შეიძლება დაყოფილი იქნას შემდეგ სამ ჯგუფად:

1. ზოგიერთ ქვეყნებში, ყოფილ სსრკ-ში მიღებული მეთოდების ანალოგიურად, ძირითად კრიტერიუმად აღიარებენ საგზაო სამოსის დასაშვებ ჩაღუნვას. მის დასადგენად იყენებენ დრეკადობის თეორიის ამოცანებს მრავალფენიანი

სისტემებისათვის მხედველობაში იღებენ რა მოძრაობის ინტენსიობის გავლენას. ზოგჯერ მრავალფენიანი სამოსები დაჰყავთ ორფენიანზე. ამ ფენების დრეკადობის მოდულების საშუალო მნიშვნელობების და მათი სისქეების მხედველობაში მიღებით. ბოლო წლებში გარკვეულად შესუსტდა ყურადღება საგზაო სამოსის მუშაობის თავისებურებების გათვალისწინებაზე მისი თეორიული ანალიზის გადრმავეების გზით. ფართოდ ინერგება თეორიულ ფორმულებში ემპირიული კოეფიციენტების შეტანის პრაქტიკა გაანგარიშების შედეგების პრაქტიკულ გამოცდილებასთან მიახლოების მიზნით.

2. საგზაო სამოსების ეკვივალენტურ სისქეების გრაფიკების გამოყენება. ეს გრაფიკები შედგენილია არსებული გზების მუშაობის და საცდელ უბნებზე სპეციალური ექსპერიმენტების ჩატარების საფუძველზე. დღედამური მოძრაობის ინტენსიურობის ან ავტომობილების საერთო რაოდენობის მიხედვით, რომლებმაც უნდა გაიარონ გზაზე რემონტთაშორის პერიოდებში, საზღვრავენ გზის სამოსის დაყვანილ სისქეს. ცალკეული ფენების სისქეს არჩევენ სხვადასხვა მასალებისაგან მოწყობილ ფენების ეკვივალენტურ სისქეზე დაყვანის კოეფიციენტებით. რიგ შემთხვევებში ასეთი ცდების ჩატარება მოითხოვს დიდ დროს და სპეციალურ პოლიგონებს მძიმე ავტომობილების კოლონების ხანგრძლივი მოძრაობისათვის გზის სამოსის მთლიან დაშლამდე. ასეთი ცდები ჩატარდა „AASHO“-ს მიერ ამერიკაში ე.წ. „ეიშოს ცდები“. ცნობილია აგრეთვე აშშ ჯარების საინჟინრო კორპუსის გრაფიკები, აშშ სამოქალაქო ავიაციის სამმართველოს გრაფიკები, აშშ ფირმა „Sell“-ის, ასფალტის ინსტიტუტის და სხვა.

3. საგზაო სამოსების ერთნაირი სიმტკიცის კონსტრუქციების ტიპობრივი აღბოძების გამოყენება მოძრაობის სხვადასხვა ინტენსიურობისათვის. ამ შემთხვევაში წამოყენებულია პირობა, რომ აუცილებლად და მკაცრად იქნას დაცული მშენებლობის მიერ მიწის ვაკისის შემკვრივება საჭირო სიმტკიცის უზრუნველყოფის მიზნით. ეს აუცილებლად მოწმდება საგზაო სამოსის დაგების წინ (იაპონია, გერმანია, საფრანგეთი).

საზღვარგარეთის ქვეყნებში ფართოდ იყენებენ გრუნტების სიმტკიცეს დახასიათებისათვის განსაკუთრებულ მაჩვენებელს CBR (California Bearing Ratio მზიდუნარიანობის კალიფორნიის რიცხვი). მას საზღვრავენ შტამპის ჩაწნეხვით გრუნტის ან კონსტრუქციული ფენების მასალებში, დატკეპნილი ცილინდრული ფორმის ნიმუშის სახით სიმაღლით და დიამეტრით 20 სმ. 5 სმ დიამეტრის მქონე შტამპი ჩაიწნეხება სიჩქარით 1,25 მმ/წთ. 2,5 სმ სიღრმეზე. შესაბამის წნევის

სიდიდეს ყოფენ 100-ზე და იღებენ გრუნტის სიმტკიცის მახასიათებელს. ყველაზე ხშირად გრუნტს ატენიანებენ წყლით კაპილარულ გაჯერებამდე 4 დღეღამის განმავლობაში. ზოგიერთი ქვეყნები, სადაც ცხელი კლიმატია, ახდენენ გრუნტების ნიმუშების დატენიანების მეთოდის ვარირებას. უნდა აღინიშნოს, რომ მიუხედავად ასეთი გამოცდის სიმარტივისა, იგი ფაქტიურად წარმოადგენს დეფორმაციის მოდულის განსაზღვრას ლაბორატორიულ პირობებში, როდესაც ყველა მასალისათვის შტამპის ჩაწევის სიღრმე მუდმივია. ეს იძლევა მხოლოდ სიმტკიცის პირობით მახასიათებელს, რომელიც შეიძლება არსებითად განსხვავდებოდეს გრუნტის ანალოგიური მაჩვენებლებისაგან საგზაო სამოსის ფუძეში და ექსპლუატაციის პროცესში აღმოჩნდეს არასაკმაო.

2.4. საგზაო სამოსის სისქის გაანგარიშება ზღვრულად დასაშვები დრეკადი ჩაღუნვის მიხედვით

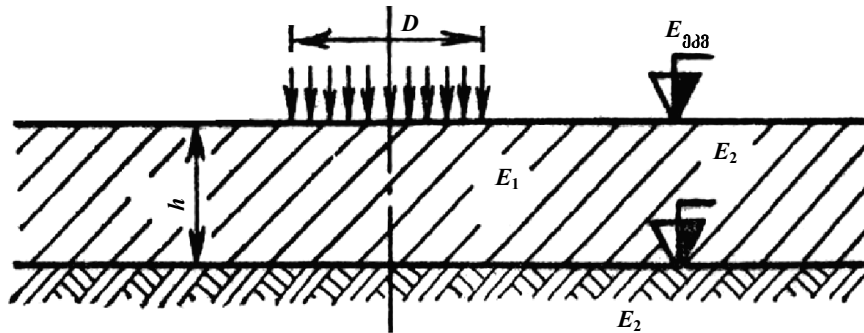
სამშენებლო მექანიკის თვალსაზრისით საავტომობილო გზის სამოსები წარმოადგენენ სხვადასხვა სიხისტის ფენებისაგან შემდგარ და გრუნტის მასივის დრეკად იზოტროპულ ნახევარსივრცეზე განლაგებულ მრავალფენიან სისტემებს.

წნევის გადაცემა, მრავალფენიანი სისტემის ფენების ჯდომა და შეკუმშვა დამოკიდებულია ცალკეული ფენების სისქეზე, მათი დრეკადობის მოდულების და პუასონის კოეფიციენტების შეფარდებაზე, დეფორმირების პროცესში ფენების ურთიერთგადაადგილების შესაძლებლობებზე. არაერთგვაროვანი არაწრფივად დეფორმირებად მასალებისაგან (ასფალტბეტონი, დამკვრივებული ღორღი და სხვა) შედგენილი საგზაო სამოსების გაანგარიშებას ახდენენ დრეკადობის თეორიაში დამუშავებული, მრავალფენიან სისტემებში ძაბვების განაწილების კანონზომიერებების გამოყენებით. ეს შესაძლებელია საგზაო სამოსებისთვისაც, ვინაიდან მცირე ჩაღუნვებისას სამოსები იქცევიან როგორც წრფივად დეფორმირებადი მასალები.

მრავალფენიანი სისტემების დაძაბული მდგომარეობის სირთულის გამო ამოცანები გადაწყვეტილია მხოლოდ ზოგიერთ კერძო შემთხვევებისათვის. ამოცანა მით უფრო რთულია, რაც უფრო მეტია ფენების რაოდენობა, ამიტომ ამოცანები ძირითადად გადაწყვეტილია ორფენოვან სისტემებისათვის, რომლებშიც ზედა შრეს აქვს დრეკადობის მეტი მოდული, ვიდრე ქვედას.

ქვემოთ მოყვანილ ამონახსნს საფუძვლად უდევს პროფ. კ. კოგანის მიერ გაანგარიშებული ძაბვების სიდიდეები ორ და სამფენოვანი სისტემების ვერტიკალურ გადაადგილებებისათვის, წრიულ ფართზე თანაბრად განაწილებული ვერტიკალური

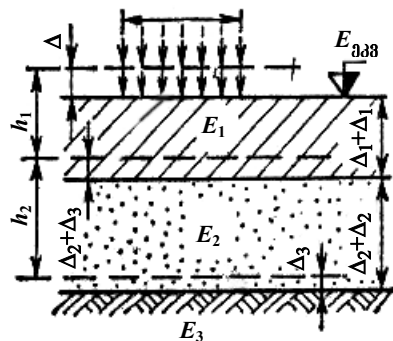
დატვირთვების ზემოქმედებისაგან (ნახ. 2.3). ცხრილში მოცემულია ნახევარსივრცის ზედაპირის გადაადგილებები და ფენებში ძაბვების სიდიდეები დრეკადობის მოდულების სხვადასხვა შეფარდებისათვის E_1/E_2 , ფენების სხვადასხვა სისქეებისათვის და წრიული ფართის დიამეტრისათვის, რომლის საშუალებითაც გადაიცემა დატვირთვა, h/D პუასონის სხვადასხვა კოეფიციენტებისათვის.



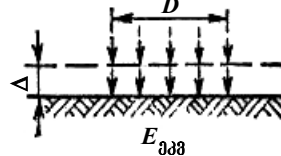
ნახ. 2.3. ორფენიანი სისტემის სქემა საგზაო სამოსების გაანგარიშებისათვის

გამოყენებული საგზაო სამოსის კონსტრუქციები მრავალი სახეობისაა. მათი თანაბარი სიმტკიცის უზრუნველყოფისა და სხვადასხვა ვარიანტების სიმტკიცის მიხედვით შედარებისათვის. მათ შეფასებას ახდენენ ეკვივალენტური დრეკადობის მოდულით (დრეკადობის საერთო მოდულით) – ისეთი ერთგვაროვანი ნახევარსივრცის მოდულით, რომელიც საანგარიშო დატვირთვის ქვეშ იძლევა მრავალფენიან გზის სამოსის ტოლ დეფორმაციას (ნახ. 2.4).

ა)



ბ)



ნახ. 2.4. სქემა მრავალფენიან სისტემაში დრეკადობის ეკვივალენტური მოდულის განსაზღვრის საკითხისათვის:

ა – მრავალფენიანი სისტემა დეფორმაციის შემდეგ; წყვეტილით ნაჩვენებია ფენების პირველადი მდგომარეობა; ბ - ეკვივალენტური ერთგვაროვანი სივრცე.

ორფენიანი სისტემისათვის დრეკადობის ეკვივალენტური მოდული ე. ბარბერის მიახლოებითი მეთოდით გამოიხატება დამოკიდებულებით

$$E_{\text{ძაბ}} = 1.05 E_1 \left(\frac{E_1/E_2 + 1}{\sqrt{1 + \frac{4h}{D} (E_1/E_2)^{2/3}}} + 1 \right)^{-1}, \quad (2.2)$$

სადაც E_1 – ზედა ფენის დრეკადობის მოდულია; E_2 – ქვედა ფენის დრეკადობის მოდული; h – ზედა ფენის სისქე; D – წრიული ფართის დიამეტრი.

ეკვივალენტური ერთგვაროვანი ნახევარსივრცის დრეკადობის მოდული, რომლის დროსაც საანგარიშო დატვირთვისაგან გამოწვეული დეფორმაციები არ აღემატებიან მოცემულ სიდიდეებს, შეიძლება განისაზღვროს ცნობილი მეცნიერის ბუსინესკის ფორმულით. ამ ფორმულით განისაზღვრება დრეკადი – იზოტროპული ნახევარსივრცის ზედაპირის ჩაჯდომა წრიულ ფართზე განაწილებული დატვირთვისაგან.

$$E_{\text{აბ}} = \frac{PD(1-\mu^2)}{l}, \quad (2.3)$$

სადაც P – ავტომობილის თვლის წნევაა; D – წრის დიამეტრი, რომელიც თვალის ანაბეჭდის ტოლია; β – პუასონის კოეფიციენტი; l – დასაშვები დრეკადი დეფორმაცია, რომელიც მიიღება ანგარიშით საგზაო სამოსის კონსტრუქციის და მოძრაობის ინტენსიობის გათვალისწინებით.

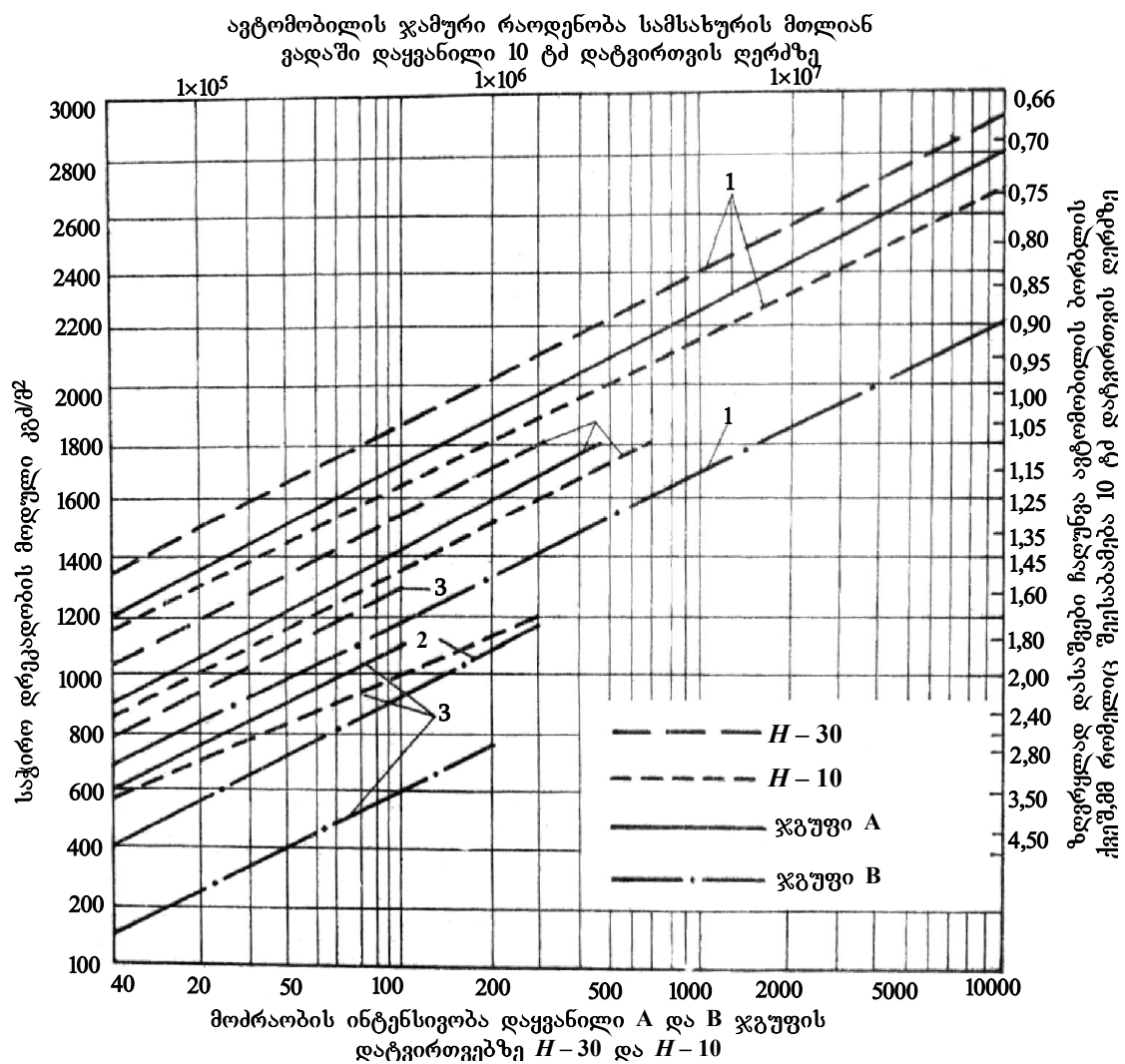
ეკვივალენტური დრეკადობის მოდულის სიდიდის დანიშნისას არახისტი გზის სამოსის სისქის ანგარიშისათვის აუცილებელია გავითვალისწინოთ, რომ მრავალჯერადად მიყენებული დატვირთვის ზემოქმედებით და საგზაო სამოსში ტემპერატურის მერყეობით წარმოიქმნებიან დაღლილობის მოვლენები. მინერალური მასალების მარცვლები ცვდებიან და იმსხვრევიან, მათ შორის შეჭიდულობა და ხახუნი მცირდება, ხოლო ორგანული შემკვრელი მასალები კი, მყიდებიან. გზებზე დაკვირვებამ და მოდელების ლაბორატორიულმა გამოცდებმა გვიჩვენეს, რომ ერთჯერად დატვირთვაზე გაანგარიშებული საკმაოდ მტკიცე საგზაო სამოსები, ადვილად იშლებიან საანგარიშოზე ნაკლებ, მაგრამ მრავალჯერად მიყენებულ დატვირთვებზე. რაც უფრო მეტია მრავალჯერადი დატვირთვა, მით უფრო ინტენსიურად მცირდება გზის სამოსის წინააღმდეგობა, რაც გამოიხატება შემდეგი ემპირიული დამოკიდებულებით.

$$E_{\text{აბ}} = E_{\text{აბ-სტატ.}} \cdot K_{\text{იფ}}^{-1} = E_{\text{აბ-სტატ.}} (a + b \lg N)^{-1}, \quad (2.4)$$

სადაც $E_{\text{აბ}}$ – გზის სამოსის ეკვივალენტური დრეკადობის მოდულია N ავტო/დღედ. ერთ ზოლზე ზემოქმედებისას; $E_{\text{აბ-სტ.}}$ – ეკვივალენტური მოდული ახალი აშენებული გზისა, გაანგარიშებული სტატიკურ დატვირთვისათვის; $K_{\text{იფ}}$ – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს მოძრაობის ინტენსიურობას; a და b პარამეტრებია, რომლებიც ახასიათებენ სამოსის ბუნებრივ დაძველებას და მასში დეფორმაციების დაგროვების ინტენსიურობას.

a და *b* პარამეტრების მნიშვნელობა და აგრეთვე დრეკადობის ეკვივალენტური მოდულის საჭირო სიდიდე განსაზღვრულია სხვადასხვა ქვეყნებში ჩატარებული მრავალჯერადი ექსპერიმენტების, გზის სამოსების გამოცდით საცდელი დატვირთვების და ექსპლუატაციის დროს მათი რღვევის მიზეზების ანალიზის საფუძველზე. აგრეთვე სხვა მოწინავე საზღვარგარეთული ქვეყნების მონაცემების მათ შორის ამერიკის შეერთებული შტატების საგზაო ორგანიზაციების თანამშრომელთა ასოციაციის AASHO ჩატარებული ექსპერიმენტების საფუძველზე.

მოდულების საანგარიშო მნიშვნელობის დადგენისათვის პროფესორი ნ. ივანოვის მიერ შემოთავაზებული იქნა ნომოგრამა (ნახ. 2.5) მოძრაობის ინტენსიურობა, დაყვანილი საანგარიშო დატვირთვებზე *A* და *B* ჯგუფის ავტომობილებისათვის მიღებული უნდა იქნას მოძრაობის ერთი ზოლისათვის.



ნახ. 2.5. ნომოგრამა საჭირო ეკვივალენტური დრეკადობის მოდულის განსაზღვრისათვის დრეკადი დეფორმაციებით ანგარიშისათვის:
1 - გაუმჯობესებული კაპიტალური ფენილები; 2 - გაუმჯობესებული შემსუბუქებული ფენილები; 3 - გარდამავალი ტიპის ფენილები.

ვინაიდან გზაზე მოძრაობენ სხვადასხვა სახის ავტომობილები, ამიტომ ანგარიშების დროს ისინი დაიყვანება ეკვივალენტურ საანგარიშო ავტომობილების რაოდენობაზე, რომლებიც სამოსზე ახდენენ იგივე ზემოქმედებას.

დავუშვათ საჭიროა მოვებნოთ გადამყვანი კოეფიციენტი ერთი სახის ავტომობილიდან (წნევით P_1 და ანაბეჭდის დიამეტრით D_1) სხვა სახის ავტომობილებზე შესაბამისი მონაცემებით (P_2 და D_2), მაშინ 3.4. განტოლების თანახმად ასეთი ავტომობილების მოძრაობის დროს საჭიროა გზის სამოსს ჰქონდეს დრეკადობის ეკვივალენტური შემდეგი მოდულები:

$$E_{\text{საჭ1}} = K_{\text{ო61}} \cdot E = \frac{P_1 D_1 (1 - \mu^2)}{l}$$

$$E_{\text{საჭ1}} = K_{\text{ო61}} \cdot E = \frac{P_2 D_2 (1 - \mu^2)}{l}$$

აქედან

$$\frac{K_{\text{ო61}}}{K_{\text{ო62}}} = \frac{P_1 D_1}{P_2 D_2}.$$

მეორე მხრივ, ვიხილავთ რა მრუდს 1 (ნახ. 2.2) კაპიტალური ტიპის საფარებისათვის ის დაახლოებით შეიძლება გამოვხატოთ განტოლებით

$$E_{\text{საჭ1}} = 1150 + 575(\lg N - 1)$$

ამიტომ

$$\frac{P_1 D_1}{P_2 D_2} = \frac{K_{\text{ო61}}}{K_{\text{ო62}}} = \frac{1150 + 575(\lg N_1 - 1)}{11540 + 575(\lg N_2 - 1)} - 2. \quad (2.5)$$

ამ დამოკიდებულების გამოყენება იძლევა სხვადასხვა ღერძული დატვირთვების მქონე ავტომობილების საანგარიშო ავტომობილზე გადამყვანი კოეფიციენტების მნიშვნელობებს (ცხრ. 2.2).

ცხრილი 2.2

დატვირთვების ტიპები	დაყვანის კოეფიციენტები დასაყვანი ავტომობილის ღერძზე მოსული დატვირთვის მიხედვით კნ (KH)							
	40	60	70	80	90	100	115	120
ჯგუფი A:								
სატვ. ავტომობილები	0,02	0,10	0,35	0,43	0,68	1,00	-	-
ავტობუსები	0,01	0,05	0,18	0,21	0,34	0,5	1,0	-
ჯგუფი B:								
სატვ. ავტომობილები	0,20	1,00	-	-	-	-	-	-
ავტობუსები	0,06	0,50	1,00	-	-	-	-	-
H - 30	0,01	0,05	0,18	0,22	0,35	0,8	0,8	1,0
H - 10	0,03	0,15	0,55	0,65	1,00	-	-	0

ნომოგრამით მოძებნილი დრეკადობის საჭირო ეკვივალენტური მოდულების სიდიდეები, არ უნდა იყენენ ნაკლები ცხრილში 2.3 მოყვანილ სიდიდეებზე.

ცხრილი 2.3

გზის კატეგორია	საანგარიშო ავტომობილების რაოდენობა დღეღამეში ერთ ზოლზე		დრეკადობის მინიმალური მოდული ცხვადასხვა ტიპის საფარებისათვის, Mpa		
	ჯგუფი	ჯგუფი	კაპიტალური	გაუმჯობესებული შემსუბუქებული	გარდამავალი
I ა,ბ	500	-	210	-	-
II ა,ბ	150	-	185	150	-
II ც,დ	70	700	165	135	-
III ა	-	250	150	115	86
III ბ	-	100	-	90	65

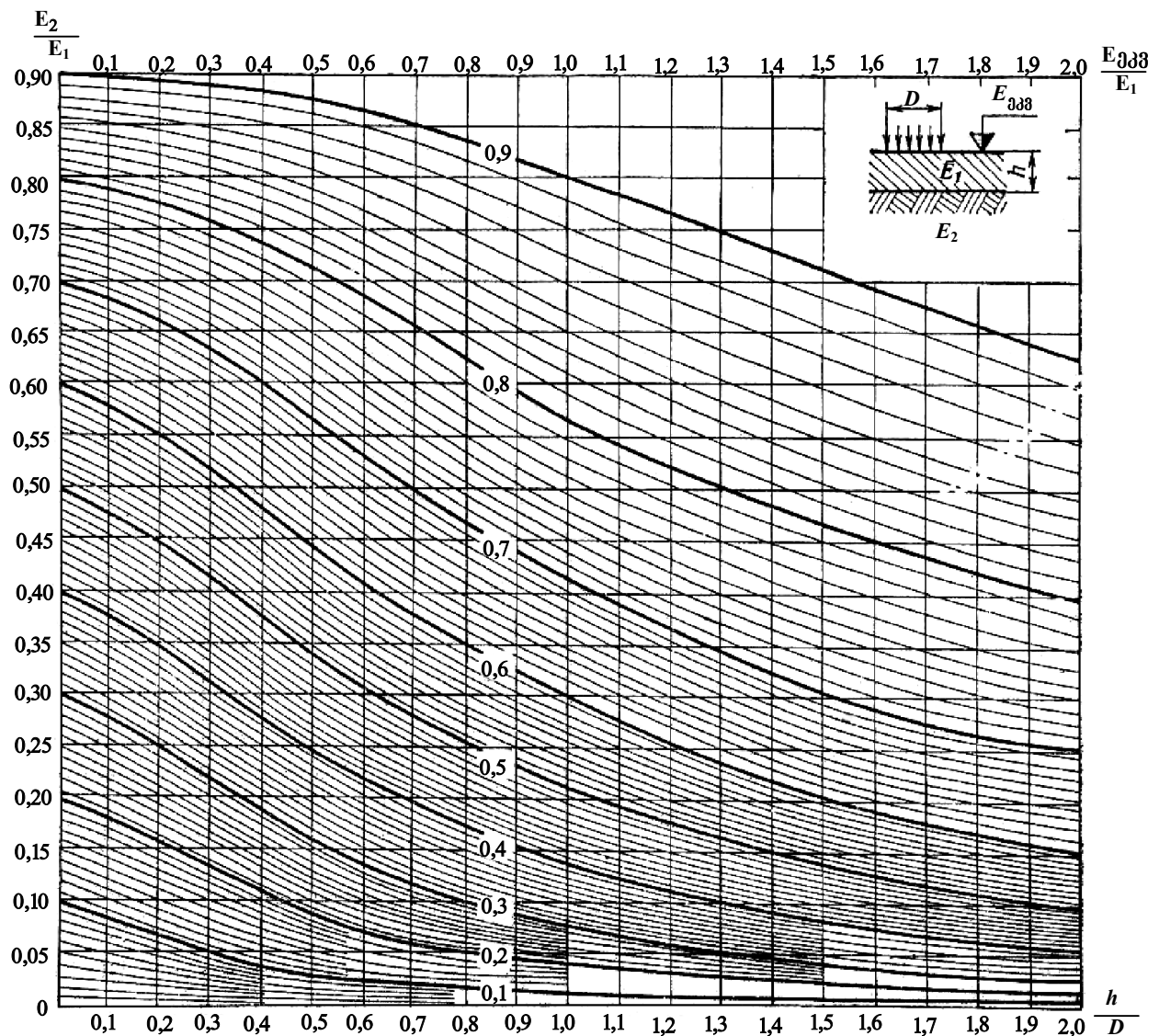
საგზაო სამოსის კონსტრუქციის დრეკადობის მოდულის თეორიულ სიდიდეს ადგენენ პროფ. კოგანის მიერ დამუშავებული ამონახსნებით ორფენოვან სისტემაში ძაბვებისა და დეფორმაციების შესახებ (ნახ. 2.6). ის აკავშირებს ერთმანეთთან ზედა და ქვედა ფენების დრეკადობის მოდულების მნიშვნელობას E_1 და E_2 . ზედა ფენის ფარდობით სისქეს h/D და ორფენიანი სისტემის ზედაპირზე დრეკადობის საერთო მოდულის სიდიდეს $E_{საერთ.}$ გვეცოდინება რა ოთხი ამ სიდიდეთაგან შეგვიძლია მოვძებნოთ მეხუთე.

განვიხილოთ ანგარიშის თანამიმდევრობა სამფენიან საგზაო სამოსის მაგალითზე (ნახ. 2.7). მისი ზედა ფენის სისქე მინიმალურია. იგი გაკეთებულია ძვირადღირებული მასალისაგან და ამიტომაც კონსტრუქციული მოსაზრებით მიღებული მინიმალური სისქე. ქვედა ფენის სისქე, რომელიც დანიშნულია წყლის არინების უზრუნველყოფისა და ამოზურცვის თავიდან აცილების პირობებიდან, ტოლია h_a . გაანგარიშების ამოცანაა ფუძის ფენის სისქის h განსაზღვრა. ჩვეულებრივ ეს ამოცანა სრულდება კომპიუტერზე, სათანადო პროგრამის გამოყენებით. მაგრამ მეთოდის თეორიული საფუძვლის უკეთ აღქმის მიზნით ქვემოთ დეტალურადაა აღწერილი პროცესი, რომელსაც ასრულებს კომპიუტერი.

1. გრუნტის $E_{გრ}$ და მესამე ფენის მასალის E_a ცნობილად მიღებული დრეკადობის მოდულების და მესამე ფენის სისქის h_a მიხედვით, ვპოულობთ სისტემის „ქვედაფენა-ქვენაფენი გრუნტი“-ს ეკვივალენტურ მოდულს $E_{ეკვ.მ.გრ.}$ ამისათვის ნომოგრამის ორდინატთა ღერძზე (ნახ. 2.6) გადავზომავთ ფარდობას

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{E_a}{E_{გრ}}, \text{ ხოლო აბსცისების ღერძზე ფარდობას } h/D \text{ (D წრის დიამეტრია,}$$

რომელიც საანგარიშო ავტომობილის საბურავის ფენილთან კონტაქტის ფართის ეკვივალენტურია).

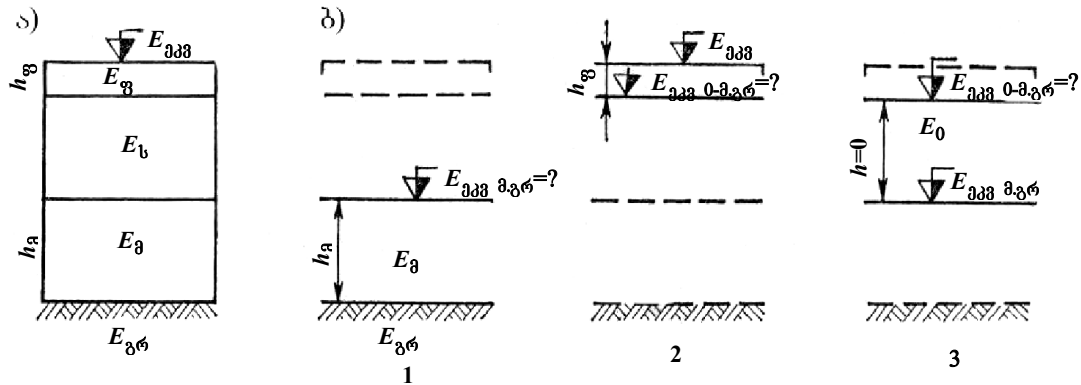


ნახ. 2.6. ნომოგრამა ორფენიანი სისტემის საერთო მოდულის განსაზღვრისათვის: მრუდეებზე ციფრებით აღნიშნავენ ფარდობას $E_2/E_{გვ}$ - ქვედა ფენის დრეკადობის მოდულის 1, ორფენიანი სისტემის ეკვივალენტურ მოდულთან $E_{გვ}$.

აღმართავთ რა პერპენდიკულარებს კოორდინატა ღერძებზე მოძებნილ წერტილებიდან, მათი გადაკვეთის წერტილის საშუალებით ნომოგრამის საზთა სისტემაზე დავადგენთ ფარდობა $\frac{E_a}{E_{გვ,პგრ}}$, რომლიდანაც ვიპოვით დასადგენ ეკვივალენტურ მოდულს.

2. გამოვიყენებთ რა $E_{გვ}$, $E_{საშ}$ და $h_{საშ}$ მნიშვნელობებს, ანალოგიურად ვიპოვით, ფენილის ქვემოთ განლაგებული, საგზაო სამოსის კონსტრუქციული ფენების დრეკადობის ეკვივალენტური მოდულის საჭირო სიდიდეს $E_{გვ,საშ. მგრ}$.

3. ვიცით რა ეკვივალენტური მოდულების $E_{\text{ეკვ.მ-გრ}}$, $E_{\text{ეკვ.საფ.მ-გრ}}$ და $E_{\text{ეკვ.მ-გრ}}$ სიდიდეები და გზის სამოსის მეორე ფენის მოდულის სიდიდე E_0 , აგრეთვე ვსარგებლობთ რა E_2/E_1 სკალით და $E_{\text{ეკვ}}/E_1$ ხაზთა სისტემით ნომოგრამით ვპოულობთ საძიებელ ფარდობას h_g/D , რომლიდანაც შემდეგ ვსაზღვრავთ ფენის სისქეს h_g .



ნახ. 2.7. არახისტი საგზაო სამოსისათვის გაანგარიშების თანმიმდევრობა:
 ა - სამოსის სქემა და საანგარიშო სიდიდეები; ბ - გაანგარიშების თანმიმდევრობა;
 1-3 - გაანგარიშების ეტაპები

გზის სამოსის კონსტრუირების დროს ხშირად გვხვდება, როცა ერთი მასალის ფენა უნდა შეიცვალოს მეორე მასალის ეკვივალენტური ფენით სამოსის საერთო სიმტკიცის უცვლელად შენარჩუნებით.

ეკვივალენტურ ფენაზე წარმოდგენა ყველაზე მარტივად შეიძლება მივიღოთ შემდეგი საანგარიშო სქემიდან.

დავუშვათ, რომ წრფივად დეფორმირებად ნახევარარეზე დევს ორი უსასრულო ფილა სხვადასხვა მასალისაგან დრეკადობის მოდულებით E_1 და E_2 . ფილების სიმტკიცე თუ ერთნაირია, მათი ჩაღუნვები თანაბარ დატვირთვებისაგან ტოლი იქნება. ამისათვის კი საჭიროა, რომ ერთნაირი უნდა იყოს მათი ცილინდრული სიხისტეებიც

$$\frac{E_i h_i}{12(1-\mu^2)} = \text{const}, \quad (2.6)$$

სადაც E – დრეკადობის მოდულია; h – ფილის სისქე; μ – პუასონის კოეფიციენტი. გავუტოლობთ რა ამ ორი ფილის სიხისტეებს ერთმანეთს და დავუშვებთ $\mu_1 = \mu_2$ მივიღებთ ფენის ეკვივალენტურ სისქეს

$$h_1 = h_2 \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_1}}. \quad (2.7)$$

განგარიშების შედეგების ექსპერიმენტების მონაცემებთან შესაბამისობის მიზნით მ. კორსუნსკი გვთავაზობს დრეკადი დეფორმაციების პირობებში მომუშავე არახისტი სამოსებისათვის მივიღოთ შემდეგი გამოსახულება:

$$h_1 = 1.1 h_2 \sqrt[3]{\frac{E_2}{E_1}}. \quad (2.8)$$

სამოსებისათვის, რომლებშიც ავტომობილების გავლის დროს ხდება პლასტიკური დეფორმაციების დაგროვება, პროფ. ნ. ივანოვის მიხედვით მიღებულია:

$$h_1 = 1.1 h_2 \sqrt[2.5]{\frac{E_2}{E_1}}. \quad (2.9)$$

2.5. საგზაო სამოსის არაბმული მასალისაგან მოწყობილ ფენების შემოწმება ძვრის მიმართ მედეგობაზე

საანგარიშო დატვირთვის მოქმედებისას მცირე ბმული მასალისაგან მოწყობილ საგზაო სამოსის ფენებში, არ უნდა წარმოიშვას ძვრის დეფორმაციები.

არაბმული მასალის კონსტრუქციული ფენის რომელიმე წერტილში ძვრისადმი ზედეგობის პირობები გამოისახება ფრანგი მეცნიერის კულონის განტოლებით:

$$\tau_{\max} \leq \sigma \varphi + c \quad \text{ან} \quad \tau_{\max} - \sigma \varphi \leq c \quad (2.10)$$

სადაც $\tau_{\max}$ – მაქსიმალური მხები ძაბვაა;

σ – ძაბვების ნორმალური მდგენელი განსახილველ ფართზე;

φ – მასალის შიდა ხახუნის კუთხე;

c – შიგა შეჭიდულობა (ბმის ძალა).

გამოსახულების მარცხენა ნაწილს $\tau_{\max} - \sigma \varphi$ პროფ. ა. კრივისსკიმ – საგზაო სამოსების ფუძეებში ძვრისადმი მდგრადობის ანგარიშის მეთოდის ავტორმა – დაარქვა ძვრის აქტიური ძაბვა. ძვრის აქტიურ ძაბვას მაქსიმალური მნიშვნელობა, როგორც წესი, გვხვდება დაძაბული ფართის ცენტრში, ფენებს შორის კონტაქტის ფართზე ან რამდენადმე დაბლა.

ფრანგი მეცნიერის მორის მიერ შემუშავებული სიმტკიცის კრიტერიუმის თანახმად, ზღვრული წონასწორობის პირობა სამოსის საფუძვლის გრუნტის მეტად დაძაბულ წერტილში, თვლის ანაბეჭდის ცენტრის ქვეშ გამოსახება დამოკიდებულებით

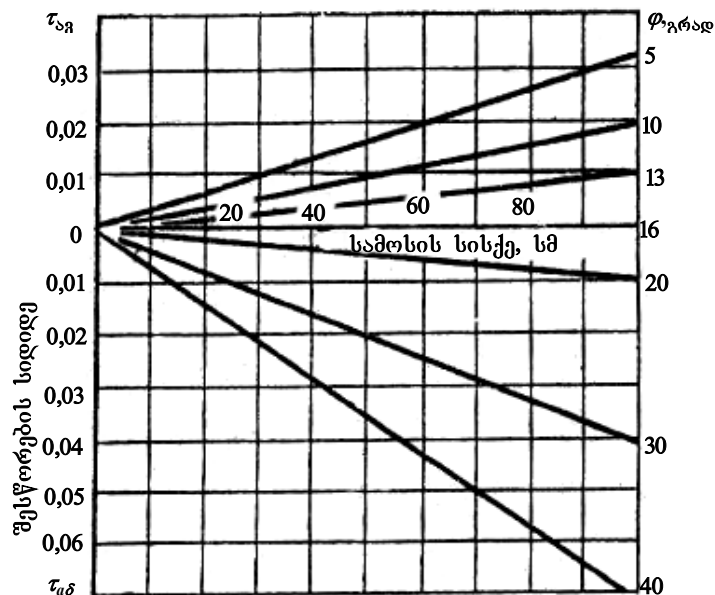
$$\frac{1}{2 \cos \varphi} [(\sigma_1 - \sigma_3) - (\sigma_1 + \sigma_3) \sin \varphi] = c = T_{\text{ად}}, \quad (2.11)$$

სადაც σ_1 და σ_2 მაქსიმალური და მინიმალური მთავარი ნორმალური ძაბვებია მოცემულ წერტილში φ – შიდა ხახუნის კუთხეა; C – შიგა შეჭიდულობა.

ძვრის აქტიური ძაბვის სიდიდეზე გავლენას ახდენს აგრეთვე საგზაო სამოსის ზედა ფენების საკუთარი წონა, ამ მიზნით საანგარიშო ფორმულებში აქტიურ ძაბვის სიდიდეს შეასწორებენ τ_{ab} სიდიდით (იხ. ნომოგრამა, ნახ. 2.8). ეს შესწორება შეიძლება იყვეს როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი და დამოკიდებულია შიდა ხახუნის კუთხის სიდიდეზე და სამოსის სისქეზე. ამგვარად სამოსის ძვრისადმი მდგრადობის კრიტერიუმად საბოლოოდ მიიღება პირობა

$$T_{\text{აქტ}}^{\max} = (T_{\text{აქტ}} + T) \leq K_{\text{აქტ.მხ}} \cdot C, \quad (2.12)$$

სადაც $K_{\text{ა}}$ მარაგის კოეფიციენტი.



ნახ. 2.8. საგზაო სამოსის საკუთარი წონისაგან ძვრის აქტიური ძაბვის განმსაზღვრელი ნომოგრამა

(2.11) ფორმულაში მარაგის კოეფიციენტის $K_{\text{ა}}$ წარმოადგენს რიგი კერძო კოეფიციენტების ნამრავლს:

$$K_{\text{ა}} = \frac{K_1 K_2}{mn K_{\text{გ}}}$$

სადაც m – ითვალისწინებს კონტაქტზე ფენების ურთიერთქმედების პირობებს, $m=0,65$ ბმული ჩონჩხიანი გრუნტებისათვის, როცა ფენები ერთად მუშაობენ, და $m=1,15$ სუსტადბმული გრუნტებისათვის, როცა ხდება შრეების თავისუფალი ურთიერთგადანაცვლება საკონტაქტო სიბრტყეში; $n=1,15$ – ითვალისწინებს ავტომობილის ზემოქმედების დინამიურ ეფექტს; $K_1=0,6$ ითვალისწინებს ძვრისადმი წინააღმდეგობის

დაქვეითებას ხანმოკლე განმეორებადი დატვირთვისას ქვევებულ გრუნტში ტიქსოტროპული პროცესების გავლენის შედეგად და სხვა. K_2 – ითვალისწინებს ავტომობილის გავლათა გავლენას მოძრაობის ერთ ზოლზე:

ავტ/დღე-ღამე	100	500	900	3000	5000
K_2	0,95	0,80	0,75	0,65	0,62

K_{ϕ} – დაყვანის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საექსპლუატაციო მოთხოვნებს სამოსის მდგომარეობისადმი. კაპიტალური ტიპის ფენილებისათვის იგი უდრის 1, გაუმჯობესებული შემსუბუქებულისათვის 0,95-0,85, თხევადი ორგანული შემკვრელების გამოყენებით მოწყობილ ფენილებისათვის – 0,85-0,7.

ხელით ანგარიშის პირობებში, პროცესის გასამარტივებლად შემუშავებულია დამხმარე ნომოგრამები, რომლებიც შედგენილი სამოსის ჩაღუნვისას ფენების ურთიერთგადაადგილების (მცირედ ბმულ ქვიშოვან და ჩონჩხიანი გრუნტებში) და ასეთი გადაადგილების შეზღუდვის (შეკრულ გრუნტებში) პირობებისათვის.

მაგალითისათვის ნახ. 2.9. მოყვანილია ნომოგრამა პირველ შემთხვევისათვის ($P=1$, პუასონის კოეფიციენტები ზედა და ქვედა ფენებისათვის $\beta=0,25$ და $\beta=0,35$ – რაც წარმოადგენს საშუალო მნიშვნელობებს ფართოდ გავრცელებული საგზაო-სამშენებლო მასალებისა და გრუნტებისათვის).

კონსტრუქციული ფენის მდგრადობის შემოწმებას ძვრისადმი აწარმოებენ შემდეგნაირად:

1) საზღვრავენ იმ ფენების საშუალო საანგარიშო მოდულს, რომლებიც განლაგებულია შესამოწმებელი ფენის შემდეგი ფორმულით

$$E_{\text{საშ}} = \frac{E_1 h_1 + E_2 h_2 + \dots}{h_1 + h_2 + \dots} \quad (2.13)$$

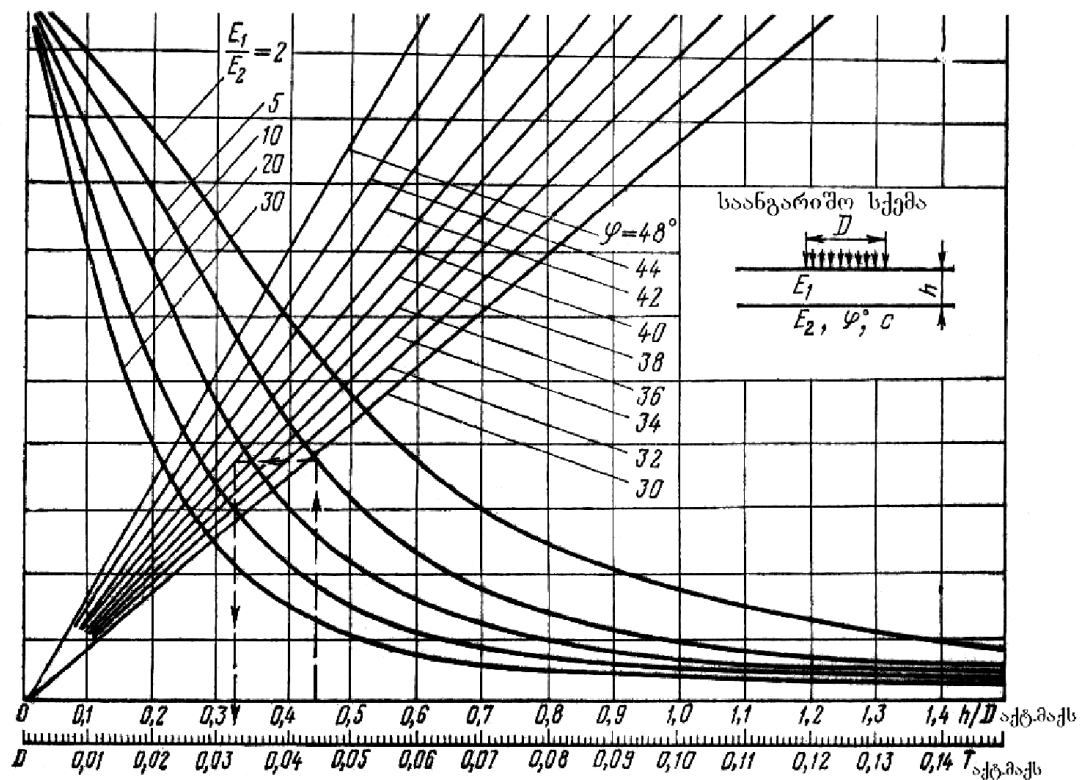
სადაც E_1, E_2, E_3 – კონსტრუქციული ფენების დრეკადობის საანგარიშო მოდულებია, რომელთა სისქეები შესაბამისად ტოლია h_1, h_2, h_3 .

გაანგარიშებებმა გვიჩვენეს, რომ დაძაბული მდგომარეობა, რომელიც შეფასებულია ისეთ წინაპირობებიდან გამომდინარე, ჩვეულებრივად უახლოვდება ზუსტი ხერხებით გამოთვლილს.

2) გამოითვლიან მძვრელი ძაბვის დასაშვებ სიდიდეს:

$$T = K_s \cdot c$$

3) ნომოგრამებით (ნახ. 2.9) შესამოწმებელ ფენაში პოულობენ ძვრის მაქსიმალურ კუთრ აქტიური ძაბვის სიდიდეს $T_{\text{აქტ.მაქს.}}$ ცნობილი ფარდობებიდან გამომდინარე:



ნახ. 2.9. ნომოგრამა ორფენიანი საგზაო ფენილის ანგარიშისათვის საკონტაქტო სიბრტყეში ფენების თავისუფლად ურთიერთგადაადგილების შემთხვევისათვის

$$\frac{h}{D}, \quad \frac{E_{\text{საშ}}}{E_{\text{საჭ}}} \text{ და } \phi.$$

შევადარებთ რა ძვრისადმი აქტიურ წინააღმდეგობას ფორმულით (2.11) გამოთვლილ დასაშვებ სიდიდესთან, მის მიხედვით მსჯელობენ რამდენად სწორად არის დანიშნული სამოსის კონსტრუქცია. თუ ანგარიში მიგვითითებს პლასტიკური ძვრების წარმოქმნის შესაძლებლობაზე, აუცილებელია შეიცვალოს ზედა ფენების სისქე ან სიხისტე ან გამოყენებული იქნას შესაძლებელი ფენაში ძვრისადმი მეტი წინააღმდეგობის მქონე მასალა.

ანგარიშისათვის კონსტრუქციული ფენების სიმტკიცის მახასიათებლები დადგენილი უნდა იქნეს ლაბორატორიაში, ხოლო დიდ ობიექტებზე კი საცდელი უბნების გამოცდით. წინასწარი დაპროექტებისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნას ცხრილებში 2.7 და 2.8 ნაჩვენები მნიშვნელობები.

2.6. ბმული მასალისაგან მოწყობილი საგზაო სამოსის ფენების შემოწმება გამჭიმავ ძაბვებზე

საგზაო სამოსის ჩაღუნვისას მის ცალკეულ შრეებში შეიძლება წარმოიქმნან გამჭიმავი ძაბვები, რომლებიც აღემატებიან ჭიმვისადმი წინააღმდეგობას. მათი განსაზღვრისათვის შეიძლება ვისარგებლოთ პროფ. მ. კორსუნსკის ფორმულით:

$$\sigma_r = \frac{4K_1 \cdot ph}{\pi D} \frac{E_1}{E_{\text{კკ}} \left(1 - \frac{2}{n} \operatorname{arctg} \frac{h_{\text{ჟ}}}{D} \right) \operatorname{arctg}^2 \frac{D}{h_{\text{ჟ}}}}, \quad (2.14)$$

სადაც P – წნევაა საანგარიშო ავტომობილისაგან, კგ/სმ² დინამიკურობის კოეფიციენტის 1,15 გათვალისწინებით; K_1 – მარაგის კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს დატვირთვის დინამიკურობას და საგზაო სამოსის მუშაობის პირობების არაერთგვაროვნებას – ტოლია 1,3; h – ფენილის სისქე; $h_{\text{ჟ}} = 1,1h_3 \sqrt{\frac{E_1}{E_{\text{კკ}}}}$.

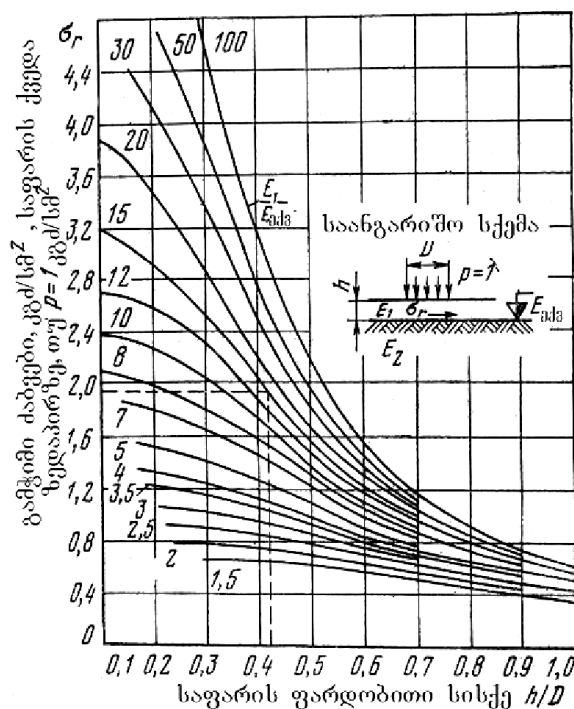
$h_{\text{ჟ}}$ – ფენილის ეკვივალენტური სისქე; E_1 – ფენილის დრეკადობის მოდული; $E_{\text{კკ}}$ – ფენილის ქვენაფენი კონსტრუქციული ფენების ეკვივალენტური დრეკადობის მოდული; D – ავტომობილის თვლის ფენილთან კონტაქტის ფართის ტოლდონი წრის დიამეტრი.

(2.14) ფორმულის გაანგარიშებისათვის წარმოდგენილია ნომოგრამა (ნახ. 2.10), რომელიც აკავშირებს ფენილის ფართობით სისქეს $\frac{h}{D}$, ფენილის მასალის დრეკადობის და გზის სამოსის ზედაპირზე ეკვივალენტურ მოდულების ფარდობას $\frac{E_1}{E_{\text{კკ}}}$. ფენილის მასალაში გამჭიმავი ძაბვის მაქსიმალურ სიდიდესთან ღუნვისას $\sigma_{\text{ზ}}$ წრიულ ფართზე განაწილებულ ერთეულ (1 კგ/სმ²) ძალისაგან.

სიმტკიცის მარაგის მიზნით ნომოგრამა ითვალისწინებს ყველაზე უფრო სახიფათო შემთხვევას, როცა საფარსა და ფუძეს შორის შეჭიდულობა არ არსებობს.

შემოწმებას აწარმოებენ შემდეგნაირად:

1. პოულობენ ფენილის ქვეშ განლაგებული სამოსის კონსტრუქციული ფენების საშუალო დრეკადობის მოდულს განტოლებით (2.13). $\frac{E_{\text{ზრ}}}{E_{\text{კკ}}}$ და $\frac{h}{D}$ ცნობილი სიდიდეებისათვის ნომოგრამის 2.6 საშუალებით პოულობენ მნიშვნელობას $\frac{E_1}{E_{\text{კკ}}}$ ცნობილი $E_{\text{საშ}}$ საშუალებით გაიანგარიშებენ $E_{\text{კკ}}$.



ნახ. 2.10. ნომოგრამა ღუნვაზე მომუშავე ფენილის ქვედა სიბრტყეში გამჭიმავი ძაბვების σ_r განსაზღვრისათვის ფენილზე თვლებისაგან გადაცემული ერთეული ($P = 1$ კგ/სმ²) დატვირთვისათვის

2. 2.10 ნომოგრამის გამოყენებით მოცემული $\frac{h}{D}$, $\frac{E_1}{E_{\text{კაგ}}}$ და P -სათვის პოულობენ

მაქსიმალური გამჭიმავ ძაბვას σ_r . ამ მნიშვნელობას ადარებენ დასაშვები გამჭიმავ ძაბვას.

თუ ძაბვები აღემატება დასაშვებს, მაშინ უნდა გაეზარდოს ფენილის სისქე ან გავადიდოთ ფუძის სიხისტე.

გამჭიმავ ძაბვებზე შემოწმების დროს შუალედ ფენისათვის ნომოგრამის საშუალებით წინასწარ გამოითვლიან დრეკადობის მოდულს ზემოთ მდებარე ფენებისათვის, ხოლო ქვემოთ მდებარე ფენისა დაიყვანება ეკვივალენტურ ნახევარ არეზე.

მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ თუ აღნიშნული მეთოდებით შემოწმების შედეგად საჭირო გახდა რომელიმე ფენის სისქის შეცვლა აუცილებელია სამოსის მთლიანი საკონტროლო გადაანგარიშება.

თავი 3. ხისტი საგზაო სამოსების და ფუძეების გაანგარიშება

3.1. ხისტი საგზაო სამოსების მუშაობის თავისებურებანი

ხისტი საგზაო სამოსებს მიეკუთვნებიან ცემენტბეტონის და რკინაბეტონის ფენილები და ფუძეები, რომლებიც კარგად ეწინააღმდეგებიან ჩაღუნვისაგან გამოწვეულ გამჭიმავ ძაბვებს, ბეტონის ფენილები ავტომობილების თვლების წნევას გადასცემენ დიდ ფართობზე, და ამიტომ გრუნტის საფუძველზე წნევა შედარებით მცირეა. მიუხედავად ამისა, გრუნტის წინააღმდეგობა გარე დატვირთავის მაინც მნიშვნელოვნად მოქმედებს ბეტონის ფენილების მუშაობაზე.

ბეტონის ფენილების სიმტკიცე ბევრადაა დამოკიდებული გრუნტის თანაბარ წინააღმდეგობაზე ფილის ფუძის ყოველ წერტილში. ქვიშის ფენის ან მიწის ვაკისის გრუნტის არათანაბარი დატკეპნის და ჯდომის გამო ბეტონის ფილის ნაწილი, რომელიც ნაკლებად ეყრდნობა საფუძველს, ღუნვაზე მუშაობს. ასეთ შემთხვევაში გამჭიმავი ძაბვები მნიშვნელოვნად აჭარბებენ საანგარიშოს.

ხისტი საგზაო ფენილების და ფუძეების გაანგარიშებისათვის დატვირთვის ქვეშ იყენებენ დრეკად ფუძეზე დაყრდნობილ კოჭების და ფილების თეორიას. ამ თეორიის შექმნაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს აკად. ან. კრილოვმა, გ.ი. გორბუნოვ-პოსადოვმა, თ. შეხტერმა და სხვა მკვლევარებმა.

ბეტონის ფილების სისქის გაანგარიშების მეთოდები გამოდიან საერთო დიფერენციალურ განტოლებიდან, რომელიც უკავშირებს ფილის ჩაღუნვას დატვირთვისაგან ფუძის ზედაპირის წარმოქმნილ წნევას.

დიდი გავრცელება ჰპოვა ფუსს-ვინკლერის საგების კოეფიციენტის ჰიპოთეზამ, რომლის თანახმადაც ფუძის რეაქტიული წნევა ფილაზე პროპორციულია მისი ჯდომისა განსახილავ წერტილში $P = K \cdot Y$. იყენებენ აგრეთვე დრეკადობის თეორიის წრფივად დეფორმირებადი ნახევარარის ჰიპოთეზას, რომელიც შემდეგ განავითარეს ნ. გარსევანიშვილმა (გარსევანოვმა), თ. შეხტერმა და სხვებმა ფილის გაანგარიშებისათვის დრეკად ფუძეზე.

ბეტონის ფილების სისქეს განსაზღვრავენ მძიმე ავტომობილებისგან დატვირთვის პირობიდან და ერთდროულად ამოწმებენ ტემპერატურულ ძაბვებზე. საანგარიშო დატვირთვები იგივეა, რაც არახისტი საგზაო სამოსების ანგარიშის დროს.

3.2. ფილების გაანგარიშება გარე დატვირთვის მოქმედებაზე

ბეტონის ფენილის სისქის გაანგარიშებისას გამოდიან ავტომობილის თვლის ბეტონის ფილაზე დაყენების ყველაზე მეტად საშიშ პირობიდან.

სწორკუთხოვან ფილაზე მიღებულია თვალის დაყენების სამი საანგარიშო სქემა: ფილის ცენტრზე, კუთხეზე და ნაპირზე მოდებით.

ფილაში ძაბვები მაშინაა მეტი, როდესაც დატვირთვა მოქმედებს ნაპირზე და კუთხეზე, მაგრამ ეს შემთხვევა ყველაზე მეტად რთულია თეორიული ანალიზისათვის.

ამიტომ მაგალითად აეროდრომის ბეტონის საფარის დაპროექტებისას სისქეს ანგარიშობენ ფილის ცენტრალურ ნაწილზე დატვირთვის მოდების შემთხვევისათვის, მღუნავი მომენტების სიდიდეს დატვირთვის კუთხური ან გვერდით მოდების დროს განსაზღვრავენ შემასწორებელი კოეფიციენტების შეყვანის საშუალებით.

დრეკად ფუძეზე დაყრდნობილი ფილები, პროფ. მ.ნ. გორბუნოვ-პოსადოვის მიხედვით შეიძლება დაიყოს სიხისტის მიხედვით სამ კატეგორიად. დაყოფა ხდება შემდეგი მაჩვენებლის მიხედვით:

$$S = \frac{3E_{\gamma\delta}(1-\mu_{\gamma\delta}^2)r_0^3}{E_{\delta}H^3(1-\mu_{\delta}^2)}, \quad (3.1)$$

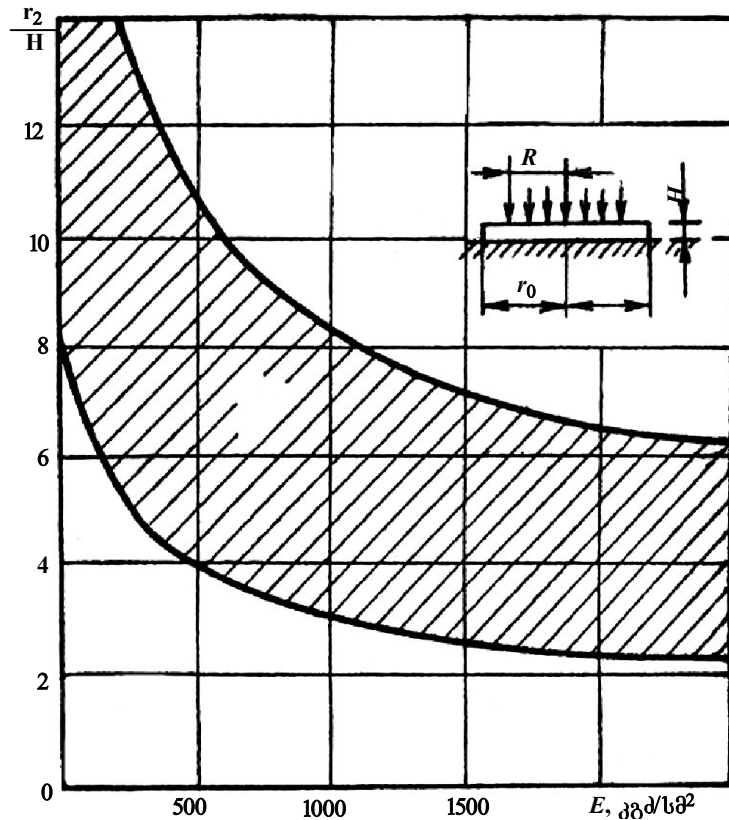
სადაც $E_{\gamma\delta}$ და $\mu_{\gamma\delta}$ გრუნტის ფუძის დრეკადობის მოდული და პუასონის კოეფიციენტი; E_{γ} და E_{δ} იგივეა ბეტონის ფილებისათვის; H – ფილების სისქე; r_0 – მრგვალი ფილის რადიუსი ან სწორკუთხა ფილის ყველაზე მცირე გვერდის ნახევარი.

თუ ფილის ქვეშ ფუძე განსხვავებული თვისებების მქონე რამდენიმე ფენისაგანაა შემდგარი, მაშინ $E_{\gamma\delta}$ -ს ნაცვლად იღებენ ფუძის ეკვივალენტურ დეფორმაციის მოდულს.

როდესაც $S < 0,5$ ფილას თვლიან აბსოლუტურ ხისტად, ანუ თვლიან, რომ მისი ყველა წერტილები დატვირთვის ქვეშ ერთნაირადაა დაყრდნობილი და ფუძის რეაქცია ნაწილდება ისე, როგორც ხისტი შტამპის ქვეშ.

როდესაც $0,5 \leq S \leq 10$ ფილები სასრული სიხისტით, როდესაც $S \geq 10$ გეგმაში უსასრულო ფილებია. მათ პერიმეტრზე დატვირთვები და ნაპირების დამაგრების მეთოდები არ მოქმედებენ ჩაღუნვის მომენტების სიდიდეზე, ფუძის რეაქციებზე და შუა ნაწილში ჩაღუნვებზე (ნახ. 3.1).

საკმაოდ დიდი ზომის ფილაზე დატვირთვის შუა ნაწილზე მოდებისას, თუ ჩაღუნვის ტალღა არ აღწევს ნაპირებამდე, შეიძლება უსასრულო ფილებისათვის მიღებული თეორიული ამონახსნების კერძოდ α შეხტერის ამონახსნის გამოყენება.



ნახ. 3.1. გრაფიკი სიხისტის მიხედვით ფილის კატეგორიის განსაზღვრისათვის:
 $E_b = 200000$ კგ/სმ²; $\mu_b = 0,16$; $A_{გრ} = 0,35$; $E_{გრ}$ – გრუნტის საფუძვლის დრეკადობის
 მოდული: I – უსასრულო (გეგმაში) ფილები; II – სასრულო სიხისტის ფილები;
 III – აბსოლუტურად ხისტი ფილები.

ბეტონის ფილაზე შეყურსული (თავშეყრილი) ძალის ან წრიულ ფართზე თანაბრად განაწილებული ძალის მოქმედებით ფილაში წარმოიქმნებიან რადიალური და წრიული მომენტები. ამ მომენტების სიდიდე დამოკიდებულია დატვირთვის სიდიდეზე და ფილის სიხისტეზე. სიხისტის დასახასიათებლად გამოიყენებენ პარამეტრს:

$$a = \frac{1}{H} \sqrt[3]{\frac{6E_{გრ}}{E_b}}. \quad (3.2)$$

მღუნავი მომენტები, რომლებიც მოქმედებენ ერთის ტოლ სიგანის ზოლზე, ტოლია:

ა) დატვირთვიდან, რომელიც თანაბრადაა განაწილებული წრიულ ფართზე რადიუსით R რადიალური მომენტი ტოლია:

$$M_{რად} = \frac{CP(1 + \mu_b)}{2\pi a R}; \quad (3.3)$$

ბ) შეყურსული ძალებისაგან რადიალური მომენტი ტოლია

$$M_{რად} = (A + \mu_b \cdot B)P, \quad (3.4)$$

წრიული მომენტი

$$M_{\text{წრიული}} = CB(B + \mu_b \cdot A)P$$

სადაც P – თავმოყრილი დატვირთვაა ან თანაბრად განაწილებული წნევის ტოლქმედი კგძ; μ_b – პუასონის კოეფიციენტი ბეტონისათვის; C – კოეფიციენტი დამოკიდებული ნამრავლზე aR ; A და B – პარამეტრები, დამოკიდებული $a \cdot r$ ნამრავლზე. r – მანძილი თავმოყრილი ძალების მოდების წერტილიდან იმ წერტილებამდე, რომლებშიც განისაზღვრება ძაბვა, სმ.

ფორმულაში (3.4) $P = p \Pi R^3$, სადაც p – თანაბრად განაწილებული დატვირთვის ინტენსიურობაა.

A, B, C – პარამეტრების მნიშვნელობა მოყვანილია 3.2 ცხრილში.

ცხრილი 3.2

A, B, C – პარამეტრების მნიშვნელობა

ar და aR	A	B	C	ar და aR	A	B	C
0,05	–	–	0,091	1,4	0,038	-0,017	–
0,1	0,232	0,153	0,147	1,6	0,031	-0,019	0,309
0,2	0,178	0,099	0,230	1,8	0,025	-0,019	–
0,3	0,147	0,068	0,275	2,0	0,021	-0,020	0,263
0,4	0,124	0,047	0,313	2,2	0,017	-0,019	–
0,6	0,093	0,021	0,352	2,4	0,014	-0,108	–
0,8	0,075	0,004	0,367	2,6	0,012	-0,017	–
1,0	0,058	-0,006	0,364	2,8	0,010	-0,016	–
1,2	0,047	-0,013	0,353	3,0	0,008	-0,014	–

პრაქტიკული მიზნებისათვის მომენტების განსაზღვრისათვის საკმარისი სიზუსტით შეიძლება ვისარგებლოთ მიახლოებით ფორმულებით:

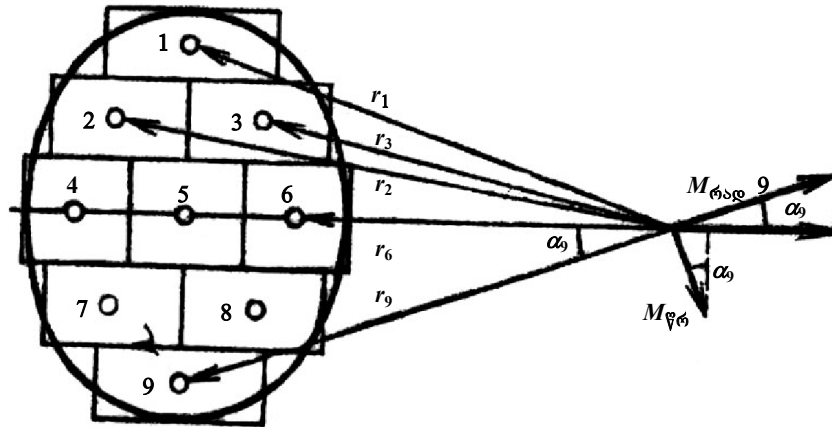
$$M_{\text{რად}} = 0,06(1 - 3 \lg aR)P;$$

$$M_{\text{წრიული}} = (0,05 - 0,2 \lg ar)P.$$

თვალის დატვირთვისაგან მომენტების გაანგარიშებისას იყენებენ ფორმულას, რომელშიც გათვალისწინებულია წრიულ ფართზე განაწილებული დატვირთვა.

საგზაო ფენილების და ფუძეების კონსტრუირებისას ზოგჯერ საჭიროა ანგარიში ვაწარმოოთ სატკეპნებისაგან, მრავალთვლიანი ტრეილერებისაგან ან მუხლუხა სატრანსპორტო საშუალებიდან გადაცემულ დატვირთვაზე. ასეთ შემთხვევებში სარგებლობენ რამოდენიმე თავმოყრილი ძალებიდან გამოწვეული ძაბვების შეჯამების მეთოდით. საკონტაქტო ფართობზე თანაბრად განაწილებულ დატვირთვას ცვლიან ცალკეული თავმოყრილი ძალებით, რომლებიც მოდებულია

დანაყოფი ფართობების სიმძიმის ცენტრებში (ნახ. 3.2). მღუნავი მომენტის დაბეჭდვისაგან, რომლებიც მოქმედებენ ფენილის ერთეული სიგანის ზოლზე, გამოთვლიან როგორც ყველა თავმოყრილი ძალებისაგან გამოწვეული რადიალური და წრიული მომენტებისა გეომეტრიულ ჯამს.



ნახ. 3.2. ფართობზე თანაბრად გადანაწილებული დატვირთვის ცალკეული შეეურსულ ძალებად განაწილების სქემა

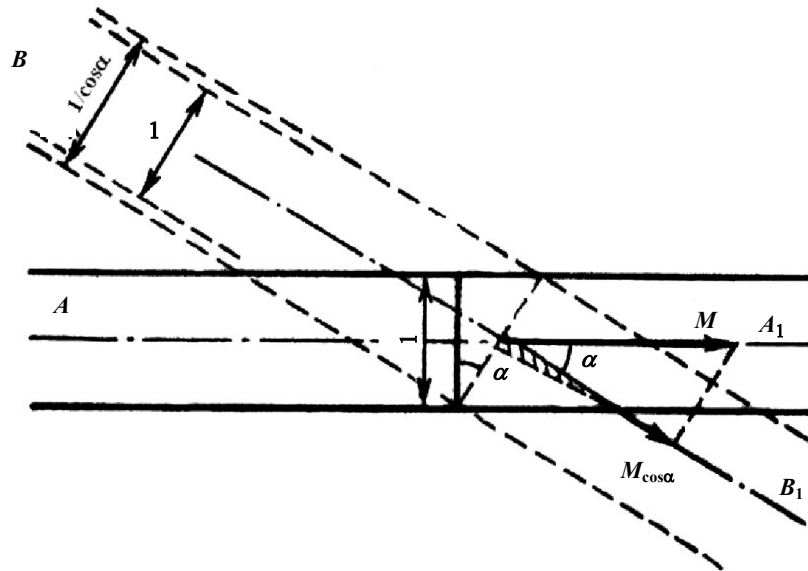
სხვადასხვა ძალებიდან შედგენილი მომენტების განსაზღვრისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ არა მარტო თვით მღუნავი მომენტის, არამედ აგრეთვე იმ ფენილის ზოლების პროექციები, რომლებზედაც ეს მომენტები მოქმედებენ (ნახ. 3.3). დაუშვათ ერთეული სიგანის ფენილის ზოლზე AA_1 მოქმედებს მღუნავი მომენტი M . ამ მომენტის პროექცია BB_1 მიმართულებაზე, რომელიც α კუთხითაა განლაგებული ტოლია $M \cos \alpha$. ამასთანავე ზოლის სიგანე, რომელზედაცაა ის მოდებული, იზრდება სიდიდემდე $\frac{1}{\cos \alpha}$ ამიტომ საანგარიშო მომენტი ერთეული სიგანის ზოლზე, AA_1 -ის მიმართულებით, ტოლი იქნება:

$$M \cos \alpha : \frac{1}{\cos \alpha} = M \cos^2 \alpha .$$

ამასთან დაკავშირებით ჯამური მომენტის დასადგენი ფორმულა შემდეგი სახისაა

$$M_{\text{მღ}} = M_{\text{რად}} \cos^2 \alpha + M_{\text{წრ}} \sin^2 \alpha , \quad (3.5)$$

სადაც α კუთხეა, შექმნილი ღერძით (რომლის მიმართულებითაც განიხილება მომენტები) და წრფით, რომელიც აერთებს ძალის მოდების წერტილს წერტილთან, რომელშიც განისაზღვრება დაბეჭდვა. როდესაც კუთხე α არ აღემატება 20° , დიდი შეცდომის გარეშე შეიძლება შემოვიფარგლოთ მხოლოდ რადიალური მღუნავი მომენტების შეჯამებით მათი პროექციის სიდიდის მხედველობაში მიღების გარეშე.



ნახ. 3.3. სქემა რამოდენიმე ძალისაგან ფილაში წარმოქმნილი ჯამური მომენტის განსაზღვრისათვის.

იმ შემთხვევაში, როდესაც დატვირთვები მოდებულია ფილის კუთხეში და ნაპირზე ძაბვები უფრო მეტია, ვიდრე ძალის ცენტრში მოდებისას. ამ მომენტების სიდიდე შეიძლება განისაზღვროს სხვადასხვა ავტორების მიერ შემუშავებული ფორმულებით. მაგრამ, პრაქტიკაში გაანგარიშებას აწარმოებენ დატვირთვის ცენტრალურ მოდებაზე, ითვალისწინებენ რა ფილების კონსტრუქციულ არმირებას კუთხეებში და ნაპირებში, და აგრეთვე მხედველობაში იღებენ მანჭვლების გავლენას, რომლებიც აერთიანებს ფილებს.

სასრული ხისტ ფილების გაანგარიშების მეთოდებს იყენებენ ანაკრები ბეტონის ფენილის მცირე ფილებისათვის, რომელთაც ექვსწახნაგა ან სწორკუთხოვანი ფორმა აქვთ. ანგარიშს აწარმოებენ ფართის ტოლდიდი ფართობის მქონე ცენტრში დატვირთული მრგვალი ფილის საანგარიშო სქემით.

ერთეული სიგანის მქონე ბეტონის ფილის ზოლში ძაბვებს გამოწვეულს მღუნავი მომენტისგან, განსაზღვრავენ საამშენებლო მექანიკის ჩვეულებრივი ფორმულით:

$$\sigma = \frac{6 \sum M}{H^2}. \quad (3.6)$$

ფილის სისქე ისე უნდა იყოს შერჩეული, რომ ძაბვებმა მასში არ გადააჭარბოს ბეტონის ნორმატიულ სიმტკიცეს გაჭიმვაზე ღუნვისას, შემცირებულს სიმტკიცის მარაგის გათვალისწინებით:

$$\sigma \leq R_{\text{მღ}}^{\sigma} \cdot K_b \cdot K_{\text{პირ}} \cdot K_0 \cdot K_{\text{ღრ}},$$

სადაც $R_{\text{მლ}}^{\sigma}$ – ბეტონის ნორმატიული სიმტკიცეა ჭიმვაზე ღუნვისას;

K_{δ} – კოეფიციენტი, რომელიც მხედველობაში იღებს ბეტონის დადლილობის გავლენას განმეორებითი დატვირთვის დროს, დამოკიდებულია დატვირთვების მოდების ციკლთა რაოდენობაზე ფენილის მუშაობის პერიოდში და მაქსიმალური და მინიმალური ძაბვების შეფარდებაზე;

$K_{\text{პირ}}$ – საგზაო სამოსის ბეტონის მუშაობის პირობების გამოვალისწინებული კოეფიციენტი, იცვლება 0,65-დან 0,84-მდე, დამოკიდებული კლიმატურ პირობებზე და ფილების ზომებზე;

K_0 – კოეფიციენტი ბეტონის არაერთგვაროვნებაზე სიმტკიცის მიხედვით, ტოლია 0,8;

$K_{\text{დრ}}$ – კოეფიციენტი, რომელიც მხედველობაში იღებს დროში ბეტონის სიმტკიცის ზრდას. ნორმალური გამყარების ვადების დაცვისას $K_{\text{დრ}} = 1,25$.

$K_{\text{დრ}}$ – კოეფიციენტის შეყვანა დაკავშირებულია ბეტონის საფარებისა და ფუძეების ექსპლუატაციაში შეყვანის ვადებთან. ბეტონის სიმტკიცე იზრდება დროთა განმავლობაში. ამიტომ აუცილებელია, რომ გაანგარიშებისას მიღებული ბეტონის წინაღობა და მისი დრეკადობის მოდული შეესაბამებოდნენ გზაზე საანგარიშო დატვირთვების გავლის ფაქტიურ ვადებს.

ბეტონის სიმტკიცის მატების საორიენტაციო შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ფორმულა:

$$R_t = R_{28} \frac{\lg(t+1)}{\lg 28} \quad (3.7)$$

სადაც R_t და R_{28} სიმტკიცის ზღვრები კუმშვისას t და 28 დღის ხანგრძლივობისათვის.

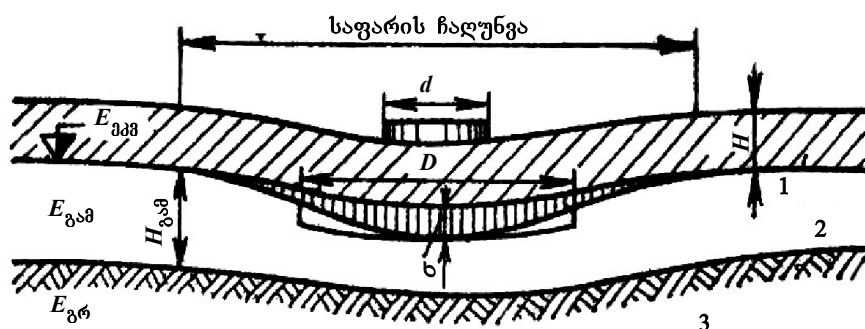
3.3. გამაგრებულ საფუძვლიანი ბეტონის საფარების გაანგარიშება

ბეტონის ფილების და ქვიშოვანი ან გრუნტოვანი ფუძეების დეფორმაციული და დრეკადი თვისებების მნიშვნელოვანი განსხვავება იწვევს ბეტონის ფილების ქვეშ ღრმულების წარმოშობას, ფილებში ბზარების წარმოქმნასა და ფენილების დანგრევას, ამიტომ ახალ, ინტენსიური მოძრაობის გზებზე ბეტონის ფენილებს აგებენ მტკიცე ფუძეებზე ღორღისაგან ან გამაგრებული გრუნტისაგან. გამაგრებული ფუძეები ადიდებენ ბეტონის ფენილის სიმტკიცეს ანაწილებენ რა

ფილის წნევას მიწის ვაკისის გრუნტის მეტ ფართობზე და იცავენ გრუნტს წყლისაგან, რომელიც შეიძლება ჩაიჟონოს ფენილის ნაკერებსა და ბზარებში.

ფილების ჩაღუნვების შემცირება შესაძლებელია ფუძის დრეკადობის მოდულის გაზრდით.

გამაგრებულ ფუძეებზე ბეტონის ფენილის სისქის გაანგარიშებისას გათვალისწინებული უნდა იქნას ქვევებზე ფენოვანი სისტემის ეკვივალენტური მოდული. მისი განსაზღვრა შეიძლება მიახლოებითი ხერხით. ღუნვადი ბეტონის ფილა, წარმოქმნის რა ჩაღუნვის ჯამს, ანაწილებს ფენილის წნევას ფუძის დიდ ფართობზე (ნახ. 3.4).



ნახ. 3.4. სქემა ბეტონის ფენილის გამაგრებული საფუძვლის სისქის განსაზღვრისათვის:

1 – ბეტონის ფენილი; 2 – გამაგრებული საფუძველი; 3 – მიწის ვაკისის გრუნტი

ვინაიდან წნევა ფუძეზე ნაწილდება არათანაბრად, ფაქტიურ ეპიურას ვცვლით ტოლდონი ცილინდრული ეპიურით. სიმტკიცის მარაგისათვის გაანგარიშებისას ვიღებთ, რომ წნევა გამაგრებულ ფუძეზე შეესაბამება D დიამეტრის მქონე წრიო ფართობ თანაბრად განაწილებულ წნევის მაქსიმალურ სიდიდეს ფილის ქვეშ σ . იგი დრეკად ფუძეზე მყოფი ფილებისათვის ტოლია:

$$\sigma = 0,12Pa^2, \quad (3.8)$$

სადაც P – ჯამური დატვირთვაა ფილაზე;

a – ფილის სიხისტის პარამეტრი (იხ. განტოლება 3.2).

ვინაიდან

$$P = \sigma \frac{nD^2}{4}, \quad D = 1,43 \sqrt{\frac{E_{\delta}}{E_{\text{გაგ}}}}.$$

ბეტონის ფილების სისქის გაანგარიშება მიმდინარეობს თანამიმდევრული მიახლოებით. დასაწყისში, დავისახავთ რა ფენოვანი ფუძის დრეკადობის ეკვივალენტურ მოდულს $E_{\text{გაგ}}$ შემდეგ განვსაზღვრავთ ბეტონის ფილის სისქეს H და წრიული ფართის დიამეტრს D , რომელიც გადასცემს წნევას ფუძეზე. შემდეგ

ანგარიშობენ ფუძის ზედა ფენის სისქეს (3.2 განტოლების მიხედვით). თუ ფენილისა და ფუძის მიღებული კონსტრუქცია არ გამოდგა მას გააუმჯობესებენ ფენების სისქის თანდათანობითი ცვლილებით, რათა იგი მისაღები იქნას აგრეთვე კონსტრუქციული და ტექნოლოგიური მოსაზრებებით ბეტონის ფილისა და ფუძის ზედა გამაგრებული ფენისათვის. ანგარიში, როგორც წესი წარმოებს კომპიუტერებით, შესაბამისი პროგრამების გამოყენებით.

3.4. ბეტონის არსებული ფენილების გაძლიერება

არსებული გზების რეკონსტრუქციის დროს და აგრეთვე ბეტონის ფუძეებზე ასფალტ-ბეტონების ფენილების მოწყობისას აუცილებელია განისაზღვროს ბეტონის დამატებით ფენის სისქე ან ფუძის სისქის ან ანგარიშებში გათვალისწინებული იქნას კონსტრუქციულად დანიშნული ასფალტბეტონის ფენილის სიმტკიცე.

დავუშვათ H მონოლითური ბეტონის ფენილის სისქეა, რაც აუცილებელია საანგარიშო დატვირთვების გასატარებლად; h_1 და E_1 არსებული შედარებით სუსტი ბეტონის ფენილის დრეკადობის მოდული და სისქეა, h_2 – გასაძლიერებელი ფენის აუცილებელი სისქეა გზის ექსპლუატაციაში ჩაბარების დროს E_2 – მოდულით.

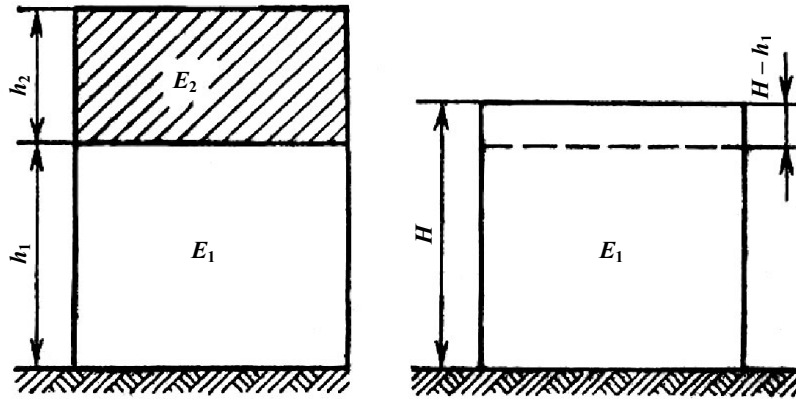
თუ დავუშვებთ, რომ ზედა ფენა მუშაობს ქვედასთან ერთად, მაშინ თანაბარსიმტკიცის პირობიდან დამატებითი ფენის სიხისტე ტოლი უნდა იყოს მის მიერ შეცვლილი მონოლითური საფარის ზედა ფენის სიხისტისა (ნახ. 3.5) ანუ $EI = const$ აქედან განტოლების (3.5) მიხედვით ბეტონის გასაძლიერებელი ფენის საჭირო სისქე

$$h_2 = (H - h_1) \sqrt[3]{\frac{E_1}{E_2}} \quad (3.7)$$

ან ბეტონის ფუძის სისქე ასფალტბეტონის ფენილის ქვეშ სისქით $h_{სფ}$

$$h_1 = H - h_{სფ} \sqrt[3]{\frac{E_{სფ}}{E_b}}. \quad (3.8)$$

(3.7 და 3.8) ფორმულების გამოყვანა ითვალისწინებს ორფენიანი სამოსის მონოლითურ ერთობლივ მუშაობას. ვინაიდან მშენებლობის დროს ამის უზრუნველყოფა ყოველთვის არ ხერხდება, ხანდახან ბეტონის ფუძეების გაანგარიშების დროს შემოიფარგლებიან ასფალტბეტონის ფენის მიერ წნევის გადაცემის თავისებურებების გათვალისწინებით.



ნახ. 3.5. სქემა გასამაგრებელი ბეტონის ფენილზე ბეტონის დასატანი ფენის სისქის განსაზღვრისათვის

ასფალტობეტონის ფენა ბეტონის ფუძეზე წნევას გადასცემს უფრო მეტ ფართზე, ვიდრე თვალის საანგარიშო ანაბეჭდია, წნევა ასფალტობეტონის წრეში ნაწილდება დაახლოებით 38° კუთხით. მაშინ წნევის გადამცემი წრიული ფართის საანგარიშო რადიუსი

$$R_{\text{საანგ}} = R + 0,8 \cdot H_{\text{ასფ}} \quad (3.9)$$

და საანგარიშო წნევა

$$P_{\text{საანგ}} = p \left(\frac{R}{R_{\text{საანგ}}} \right)^2. \quad (3.10)$$

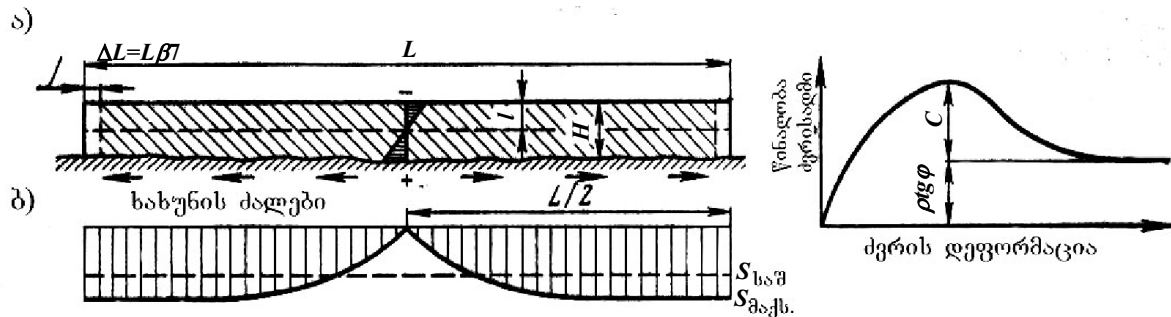
3.5. ხისტი საგზაო სამოსების გაანგარიშება ტემპერატურულ ძაბვებზე

ტემპერატურული ძაბვები წარმოიქმნებიან ხისტ საგზაო სამოსებში ფილის გრუნტზე ხახუნისაგან გახურების ან გაციების შედეგად სიგრძის შეცვლის გამო, აგრეთვე ფილის სისქის მიხედვით არათანაბარი გახურების შედეგად, როცა ფილების თვითგაღუნვა შეზღუდულია ურთიერთჩაჭედვისა და მათი საკუთარი წონის გავლენის გამო.

ტემპერატურული ძაბვების შემცირებისათვის ტარდება კონსტრუქციული ღონისძიებანი, რაც გამოიხატება ფილების ზომების შეზღუდვაში სიდიდემდე, როდესაც ტემპერატურული ძაბვები და ფილების ფუძეზე ხახუნის ძალები საკმაოდ მცირეა.

ბეტონის ნარევის დაგებისას გამკვრივების შედეგად ღორღის მარცვლები ჩაიწნეხებიან ფუძეში და ბეტონის სამოსის ქვედა ზედაპირზე ქმნიან ხორკლიანობას. ფილის ტემპერატურული შეკუმშვის ან გაფართოების დროს ფილის ცენტრი

ადგილზე რჩება, ხოლო ნაპირები კი გადაადგილდებიან. დეფორმაციის სიდიდე თანდათანობით მატულობს ფილის შუაგულიდან ნაპირებისაკენ. გადაადგილება რომ შეძლოს ფილამ უნდა გადალახოს გრუნტის წინააღმდეგობა ფილის გრუნტთან კონტაქტის ზედაპირზე. გრუნტის წინააღმდეგობა დამოკიდებულია ძვრის დეფორმაციის სიდიდეზე და იზრდება პარაბოლური კანონით გარკვეულ ზღვრამდე (ნახ. 3.6).



ნახ. 3.6. სქემა ფილის სისქის განსაზღვრისათვის:
 ა – ფილის ფუძის სიბრტყეში ხახუნის ძალების წარმოქმნა; ბ – ფილის სიგრძის მიხედვით გრუნტის ძვრისადმი წინააღმდეგობის ეპიურა; გ – დეფორმაციების ზრდის მიხედვით ძვრის წინააღმდეგობის ცვალებადობა.

შეიძლება ჩაითვალოს, რომ ფილების ბოლოებში გრუნტის ძვრისადმი წინააღმდეგობა აღწევს ზღვრულ მნიშვნელობას.

$$S_{\max} = p\gamma\phi + c, \quad (3.11)$$

სადაც P – ფილებისაგან გადაცემული წნევაა გრუნტზე, ტოლია $H\gamma$;

γ – ფილის სიმკვრივე კგ/სმ³;

H – ფილის სისქე;

ϕ – შიდა ხახუნის კუთხე;

C – გრუნტის შიგა შეჭიდულობა, კგ/სმ².

ვინაიდან ბეტონში მაქსიმალური ძაბვები წარმოიქმნებიან ფენილის ფილების ძლიერი გახურების ან გაციების პერიოდში, ამიტომ C -ს მნიშვნელობები აღებულია გრუნტის მცირეტენიან ან გაყინულ მდგომარეობისათვის.

პარაბოლის თვისებების მიხედვით წინააღმდეგობის საშუალო სიდიდე გრუნტთან შეხების სიბრტყეზე იქნება:

$$S_{\text{საშ}} \approx 0,7S_{\max} = 0,7(H\gamma\phi + c). \quad (3.12)$$

გრუნტის ფილის ძვრისადმი ჯამური წინააღმდეგობა

$$S = S_{\text{საშ}} \cdot BL = 0,7BL(H\gamma\phi + c). \quad (3.13)$$

ვინაიდან ეს წინააღმდეგობა იქმნება ფილის ქვედა ზედაპირზე, ამიტომ ფილების განივ კვეთებში წარმოიქმნება ექსცენტრული კუმშვის ძაბვები

$$\sigma = \frac{s}{BH} \left(1 + \frac{6e}{H} \right). \quad (3.14)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ მანძილი ძალის მიღების წერტილიდან ფილის ღერძამდე $e = \frac{H}{2}$ მივიღებთ, რომ გამჭიმავი ძაბვის უდიდესი მნიშვნელობა შეადგენს:

$$\sigma = \frac{2s}{BH}, \quad (3.15)$$

საიდანაც

$$L = \frac{\sigma H}{1,4(H \gamma \tan \varphi + c)}. \quad (3.16)$$

ძვრისადმი წინააღმდეგობის სიდიდეები აგრეთვე C და φ მნიშვნელობები ბეტონის ფუძეების სხვადასხვა ტიპებისათვის განსაზღვრულია მკვლევარების მიერ.

ბეტონის ფილას აქვს გარკვეული სისქე. ამის გამო ხდება ტემპერატურის არათანაბარი განაწილება მისი ზედაპირის მზის სხივებით გათბობისა და ღამით გაციებისას. ფილის ზედა და ქვედა ზედაპირის ტემპერატურის განსხვავებამ შეიძლება მიაღწიოს $20-30^{\circ}\text{C}$. უფრო მეტად გახურებული ზედაპირი მეტად გრძელდება, რის შედეგადაც ფილა იბრიცება და წარმოიქმნება მრუდხაზოვანი ზედაპირი. ზედაპირის გახურებისას ფილა მიისწრაფვის ამოიბურცოს შუა ნაწილით ზევით, ხოლო გაციების დროს წარმოქმნის ჩაღუნულ ზედაპირს ნაპირების აწევით.

თავისუფალ დაბრეცვას ეწინააღმდეგება ფილის საკუთარი წონა და ფილების ურთიერთგაჭედება. გახურებისას გაფართოების გამო და ნაკერების შემჭიდროვებისას ჩაღუნვის დროს, აგრეთვე ფილებში შემაერთებული მანჭვალების არსებობის გამო წარმოიქმნებიან დამატებითი ტემპერატურული ძაბვები.

ბეტონის ფილებში აღძრული ტემპერატურული ძაბვები მათი დაბრეცისადმი წინააღმდეგობის გამო იანგარიშება უესტერგარდის ფორმულებით. ფილების ნაპირებზე:

$$\sigma_t = \frac{cE_\delta \alpha \Delta_t}{2}. \quad (3.17)$$

ფილის შუაში:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{t \max} &= \frac{E_\delta \alpha \Delta_t}{2(1-\mu^2)} (C_x + \mu C_y), \\ \sigma_{t \min} &= \frac{E_\delta \alpha \Delta_t}{2(1-\mu^2)} (C_y + \mu C_x). \end{aligned} \right\} \quad (3.18)$$

ამ ფორმულებში: α – ბეტონის ხაზოვანი გაფართოვების კოეფიციენტი;

$\Delta t = \beta \cdot H$ – ტემპერატურის საანგარიშო სხვაობა, გრად;

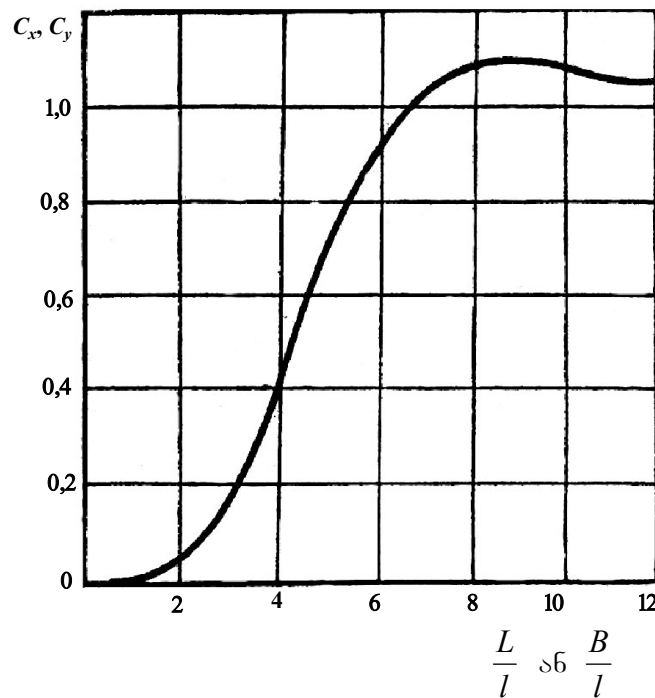
H – ფილის სისქე, სმ;

β – ტემპერატურული გრადიენტი, გრადუს/სმ, რომელიც შეიძლება მივიღოთ 0,5-ტოლად II, III კლიმატური ზონისათვის IV და V კლიმატური ზონისათვის – 1.

E_b და μ – დრეკადობის მოდული და პუასონის კოეფიციენტი ბეტონისათვის;

C_x და C_y – პარამეტრები, დამოკიდებული გეგმაში ფილების ზომებზე და მისი სიხისტის მახასიათებლებზე.

C_x და C_y -ის მნიშვნელობები მოცემულია ნახ. 3.7. $\frac{L_x}{l}$ და $\frac{L_y}{l}$ ფარდობების წილობრივ გამოხატულებაში, სადაც L_x და L_y – ფილის სიხისტის მახასიათებლებია (ფარდობითი სიხისტის რადიუსი), რომელიც განისაზღვრება ფორმულით



ნახ. 3.7. c_x და c_y კოეფიციენტების მნიშვნელობები განსაზღვრული ძაბვების განსაზღვრისათვის ფილებში თვითგაღუნვის (დაბრეცვის) შეზღუდვის პირობებში.

უესტერგრადის ფორმულის მიხედვით გაანგარიშებები გვიჩვენებენ, რომ ტემპერატურული დაძაბულობანი მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული გეგმაში ბეტონის ფილების 4X4 მ-ზე მეტი ზომების დროს. ფილები 10 მ-ზე მეტი გვერდით შეიძლება დაიშალოს მხოლოდ ტემპერატურული ძაბვების მოქმედებით დროებითი დატვირთვის გარეშე.

სწორედ დაპროექტებულ ფილაში გარე დატვირთვისა და ტემპერატურისაგან გამოწვეულ ძაბვებით არე უნდა აღემატებოდეს ბეტონის ნორმატიულ სიმტკიცეს გაჭიმვაზე ჩაღუნვის დროს.

უესტერგარდის მეთოდიკა ყველაზე უბრალოა, რომელიც უზრუნველყოფს საკმარის სიზუსტეს. პრაქტიკული მიზნებისათვის ფილების გაანგარიშების უფრო ზუსტი, მაგრამ რთული მეთოდები ტემპერატურულ დაძაბულობაზე დამუშავებულია რიგი ავტორების მიერ ინგლისში ჯ. ტომლინსონის, რუსეთში ვ. ჩერნიგოვის მიერ. ანგარიში წარმოებს შესაბამისი კომპიუტერული პროგრამების გამოყენებით.

თავი 4. ნახევრადხისტი კომპოზიციური საბზაო ფენილები

4.1. დანიშნულება და ტექნიკური მოთხოვნები

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საბზაო ფენილი არის გზაზე დაგებული და დატკეპნილი კონსტრუქციული ფენა, შედგენილი ხისტი და არახისტი კომპონენტების კომბინაციისაგან. იგი მიიღება ორგანული (ბიტუმი) და მინერალური (ცემენტი) შემკვრელი მასალებისაგან, რომელთა შორის გაყოფის საზღვარი აშკარადაა გამოხატული.

ნახევრად ხისტი კომპოზიციური ფენილი არის არახისტი (პლასტიკური) გარემოც და ხისტი არმირებული ჩონჩხის (ფაზა) ელემენტების ერთობლიობა. არახისტი გარემო (საფუძველი) შეიძლება იყოს ასფალტბეტონი, შავი ღორღი და სხვა, ხოლო ხისტი ელემენტები შეიძლება იყოს როგორც მატრიცა, გრანულები, არმირებული ბადე, ცალკეული ღეროები, პერფორირებული შუაფენა, სივრცული გისოსი, აგრეთვე სხვა სახის ნებისმიერი დისკრეტული ფაზა, დამზადებული ქვიშაცემენტის ხსნარით.

ნახევრადხისტი ფენილები, ბადეებისა და ცალკეული ღეროების გამოყენებით წარმოადგენენ ასფალტბეტონის არმირებულ ფენილს ქვიშაცემენტის ხსნარით.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილები არის არახისტი (ასფალტბეტონი) და ხისტი (ცემენტბეტონი) ფენილების შერწყმა, რომლებსაც გააჩნიათ დადებითი სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო თვისებები, მათ შორის უმთავრესია ძვრისადმი წინააღმდეგობის გაზრდილი უნარი.

ასეთი ფენილი საბურავის ვერტიკალური დატვირთვის დროს მუშაობს როგორც არახისტი ფენილი, ხოლო საბურავის ჰორიზონტალური დატვირთვის დროს კი როგორც ხისტი. ეს გარემოება გვაძლევს საფუძველს, რომ ფენილის აღნიშნული სახეობა მივაკუთვნოთ არახისტ კომპოზიციურ ფენილს.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილები ძირითადად გამოიყენება საავტომობილო გზების სავალი ნაწილის, ქალაქის ქუჩების, აეროდრომების დასაჯდომ-ასაფრენი ზოლების, სამრეწველო ობიექტების მოედნების მოსაწყობად.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილების ეფექტურობა მაქსიმალურად მუდგანდება მათი გამოყენებისას ცხელი კლიმატისა და მთიანი რელიეფის პირობებში.

ნახევრადხისტი ფენილი განსაკუთრებით გამოსადეგია მაშინ, როცა სხვა, ძვრისადმი მდგრადი ფენილები ნაკლებად ეფექტურია.

ფენილის ხისტი ფაზა, არმირებული ხისტი ელემენტით, გაზრდილი მზიდუნარიანობის გამო თავის თავზე იღებს გარე დატვირთვებს, რაც საშუალებას იძლევა რამდენადმე შემცირდეს მოთხოვნები ღორღის სიმტკიცის ზედა ზღვარისადმი, ბიტუმის ოდენობაზე და ქვა მასალის გრანულომეტრიულ შემადგენლობაზე. ეს საშუალებას იძლევა ფართოდ გამოვიყენოთ ადგილობრივი ქვა მასალა, ხოლო ცალკეულ შემთხვევაში არაკონდიციონირებული ქვა-ღორღიც, რასაც ეკონომიკური ეფექტი აქვს.

მთავარი ტექნიკური მოთხოვნა, რომელიც წაყენებულია ნახევრადხისტი ფენილისადმი, არის ფენილის ზედაპირის სისწორის უზრუნველყოფა მისი ხანგრძლივი ექსპლუატაციის პერიოდში.

4.2. ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილების შექმნის თეორიული საფუძვლები

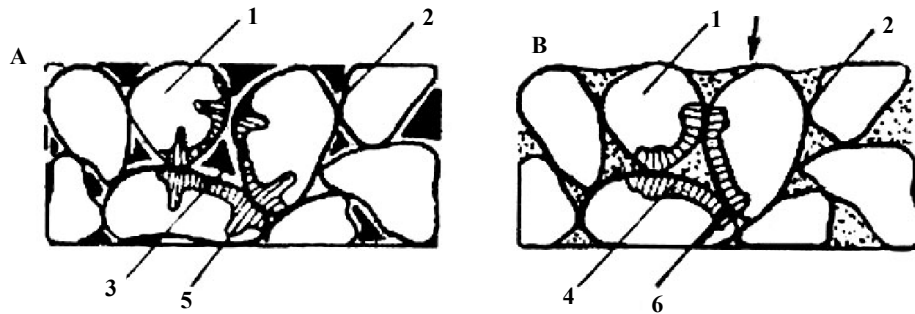
ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილების წინამდებარე თეორია შექმნილია ცნობილი ქართველი მეგზვე მეცნიერის პროფ. ვ. გოგლიძის (1927-2007წწ.) მიერ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საავტომობილო გზების კათედრაზე. ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილების ძერისადმი მდგრადობის ამაღლების ძირითადი მიზეზია ფენილის სიხისტის ამაღლება ჰორიზონტალური მიმართულებით, რაც ემთხვევა საბურავის ჰორიზონტალური დატვირთვის მიმართულებას.

ფენილის სიხისტე შეიძლება ამაღლებული იქნას სხვადასხვა მეთოდებით: დამატებითი ხისტი (მყარი) დისკრეტული ფაზის მოწყობით ქვიშა-ცემენტის ხსნარით ბიტუმინერალურ სისტემაში და არახისტი ფენილის არმირებით (ძირითადად ასფალტბეტონი) თხელი გრძივი ელემენტებისაგან დამზადებული ქვიშა ცემენტის ხსნარით.

დამატებითი მყარი ფაზა შეიძლება შეიქმნას შავი ღორღის ფენილის ქვიშა ცემენტის ხსნარით გაუღენტვის გზით. ამასთან კომპოზიციური მასალის სტრუქტურა წარმოადგენს ერთმანეთთან მჭიდროდ შეხებულ ორ მყარ ფაზას: ბუნებრივი ქვა (ღორღი) და ხელოვნური ქვა (გაქვავებული ქვიშა-ცემენტის ხსნარი), რომლებიც ერთმანეთთან შეკავშირებული არიან ბიტუმით.

ხისტი მიკროელემენტები – გაქვავებული ქვიშა-ცემენტის ხსნარისგან ქმნიან ხისტ კარკასს (მატრიცას) არახისტი ფენილის ტანში და მკვეთრად ზღუდავენ ღორღის ფარდობით ძერას, რომელიც დამახასიათებელია დეფორმაციული ძვრებისათვის. ამას გარდა ხელოვნური ქვა ქვიშა-ცემენტის ხსნარით შედის შავ

ღორღში არსებულ სიცარიელებში და ამცირებს კონსტრუქციის დაძაბულობას და ქმნის დაძაბულობის გაწონასწორებულ ველს (ნახ. 4.1 კონტაქტური ძაბვების ეპიურა).



ნახ. 4.1. არასისტი და ნახევრადსისტი კომპოზიციური ფენილების სტრუქტურული მასალების ფრაგმენტი

A – არასისტი ფენილი; B – ნახევრადსისტი ფენილი

1 – შავი ღორღი; 2 – ბიტუმი (ბიტუმის მასტიკა); 3 – ქვიშა ბიტუმის ნარევი; 4 – ქვიშა-ცემენტის სსნარი; 5 და 6 – კონტაქტური ძაბვის ეპიურები

ნახევრადსისტი ფენილებში არ ხდება კონტაქტური ძაბვების კონცენტრაცია, ამიტომ საკონტაქტო ადგილებში ღორღის მსხვერვალობა მნიშვნელოვნად მცირდება. ეს საშუალებას იძლევა გამოყენებულ იქნას შედარებით დაბალი სიმტკიცის (მარკის) ქვის მასალა.

კომპოზიციური მასალისა და ფენილების სტრუქტურული თავისებურებანი განსაზღვრავენ მისი ანგარიშის სქემას და მეთოდულობას. ყველა შემთხვევაში კომპოზიციური ფენილები შეიცავენ ორ ან მეტ სხვადასხვა სიმტკიცის კონსტრუქციულ ფენებს.

კომპოზიციური ფენილებისათვის, რომლებიც შედგება ქვიშა ცემენტის სსნარით გაუღენთილი ხისტი შავი ღორღის ფენისაგან, გამოსადეგია საანგარიშო სქემა, რომლის ძირითად პრინციპად მიღებულია თხელი ფილის (ფირფიტის) წინააღმდეგობა გრძივ ღუნვაზე.

შუალედური ხისტი ფენის ან ცალკეული ღეროების გრძივ ღუნვაზე სიმტკიცის განსაზღვრისა და ძვრადგრადობის შეფასებისას სიმტკიცის ძირითად კრიტერიუმად მიიღება გრძივი წონასწორობის დარღვევა ავტომობილის თვლის პორიზონტალური (დამუხრუჭების) დატვირთვის შედეგად კონტაქტისმიდმა ზონაში. საანგარიშო სქემა ნაჩვენებია ნახ. 4.2-ზე. პიპოთეზის რეალობა ემყარება კონტაქტისმიდმა ზონაში ნორმალურ და მხეხვე ძაბვების საშიშ თანხვედრას და ამ ზონაში შეიძლება დადგეს ზღვრული მდგომარეობა. ექსპერიმენტებმა ეს ყოველივე დაადასტურა.

საანგარიშო დატვირთვად უნდა მივიღოთ თვლის მიერ გადაცემული ჰორიზონტალური დატვირთვა T_p , რომელიც ძირითადად წარმოიშვება სატვირთო ავტომანქანებისაგან: T_p -ს მაქსიმალური მნიშვნელობა ავტომანქანის დამუხრუჭებისას გამოითვლება ფორმულით:

$$T_p = P \left(\frac{v^2}{2gS} + i \right), \quad (4.1)$$

სადაც: P – ვერტიკალური დატვირთვა თვალზე;

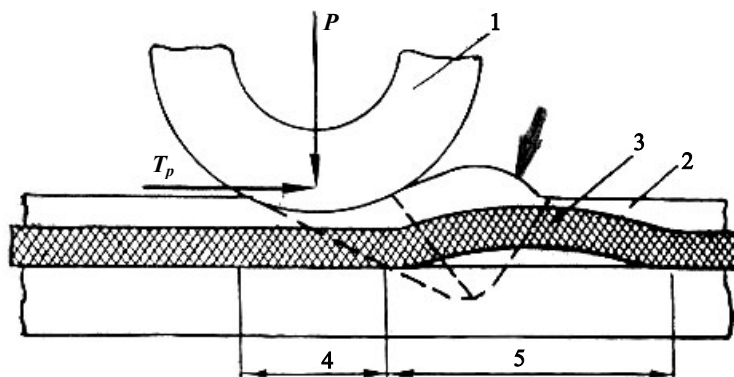
V – ავტომობილის სიჩქარე, მ/წმ;

g – სიმძიმის ძალის აჩქარება, მ/წმ²;

S – სამუხრუჭე მანძილი, მ;

i – ქანობი ერთეულის ნაწილებში.

როგორც ექსპერიმენტებმა აჩვენეს ავტომობილის თვლის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური დატვირთვების ზემოქმედებით და ზღვრული მდგომარეობის დადგომისას არახისტ ფენილში წარმოიშვება სამკუთხა კვეთის მქონე ძვრის ორი პრიზმა, რომელიც ნახ. 4.2-ზე პუნქტირითაა აღნიშნული.



ნახ. 4.2. ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილის ძვრის დეფორმაციის სქემა

1 – ავტომობილის თვალი (წონა); 2 – ა/ბეტონის ფენილი; 3 – ხისტი ფენა; 4 – კონტაქტის ქვედა ზონა (შტამპკვეშ); 5 – კონტაქტის ზედა ფენა (შტამპმიღმა); 6 – თვლის ვერტიკალური დატვირთვა, T_p -თვლის ჰორიზონტალური დატვირთვა.

პუნქტირით აღნიშნულია ჰორიზონტალური ძვრის ზონა, როცა არ გვაქვს ხისტი ფირფიტა. ძვრის დროს, რადგან არ არსებობს შუა ხისტი ფენა, შტამპკვეშს სამკუთხა პრიზმა ძირს ეშვება, ხოლო შტამპმიღმა სამკუთხა პრიზმა კი მაღლა ადის. ამ დროს მხარეთა შორის ხისტი ფირფიტის არსებობა მნიშვნელოვნად ცვლის დაძაბულ-დეფორმაციული მდგომარეობის სურათს. პრიზმების გადაადგილება იზღუდება, ჰორიზონტალური დატვირთვა ძირითადად გადაეცემა ხისტ ფენას, რომელიც ზღვრული მდგომარეობის დადგომისას (მორ-კულონის მიხედვით) მაღლა

ამოიბურცება. ამ დროს ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილის ძვრისადმი მედეგობა გამოიხატება შემდეგი სახით:

$$T_p \leq \frac{K_p \cdot R}{K_3 \cdot K_n}, \quad (4.2)$$

სადაც: T_p – ჰორიზონტალური დატვირთვა ავტომობილის თვლისაგან, აქტიური დაწნევა ფენილზე, Pa;

R – კონტაქტისმიღმა ზონის რეაქტიული წინააღმდეგობა ფენილის ძვრისადმი, რომელიც ძირითადად დამოკიდებულია ხისტი ფენის გრძივ მდგომარეობაზე, Pa;

K_p – კონტაქტქვეშა და კონტაქტისმიღმა ზონების ურთიერთქმედებების გამო დეფორმაციების გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი (განისაზღვრება ექსპერიმენტით);

k – მარაგის საერთო კოეფიციენტი;

K – განმეორების გამათვალისწინებელი კოეფიციენტი.

გარკვეულ სიღრმეზე ხისტი ფენის განლაგება გამოირიცხავს ქვედა ფენების ძვრას, მაგრამ შედარებით ნაკლებ გავლენას ახდენს ზედა ფენებზე. ზედა ფენის ძვრა მაინც უმნიშვნელოა, რადგან ჰორიზონტალური ძალა T_p მოქმედებს მხოლოდ მცირე სიღრმეზე, ზედა ფენის ძვრა შეზღუდულია აგრეთვე საზღვრისპირა ფენის გამაგრებით, ა/ბეტონისა და ცემენტბეტონის ხსნარის ერთმანეთში მექანიკური შერევის (დიფუზია) ხარჯზე გასქელების გამო.

კომპოზიციური მასალებისაგან შედგენილი ხისტი ფენების გაანგარიშებისათვის (იხილეთ ნახ. 4.1) შეიძლება მხედველობაში იქნეს მიღებული მათი მუშაობა დრეკადობის ზღვარს მიღმა.

პრაქტიკულმა გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, რომ გზაზე ნორმატიული დატვირთვისათვის ყველა შემთხვევაში უზრუნველყოფილია ხისტი ფენის გრძივი მდგრადობა, თუ ის დამზადებულია ქვიშაცემენტის ხსნარით გაჟღენთილი შავი ღორღისაგან ($E = 2000 \div 6000$ MPa) და თუ მისი სისქე ≥ 3 სმ. ტექნიკური მოსაზრებებით ეს სისქე უნდა იყოს არანაკლებ 5-6 სმ.

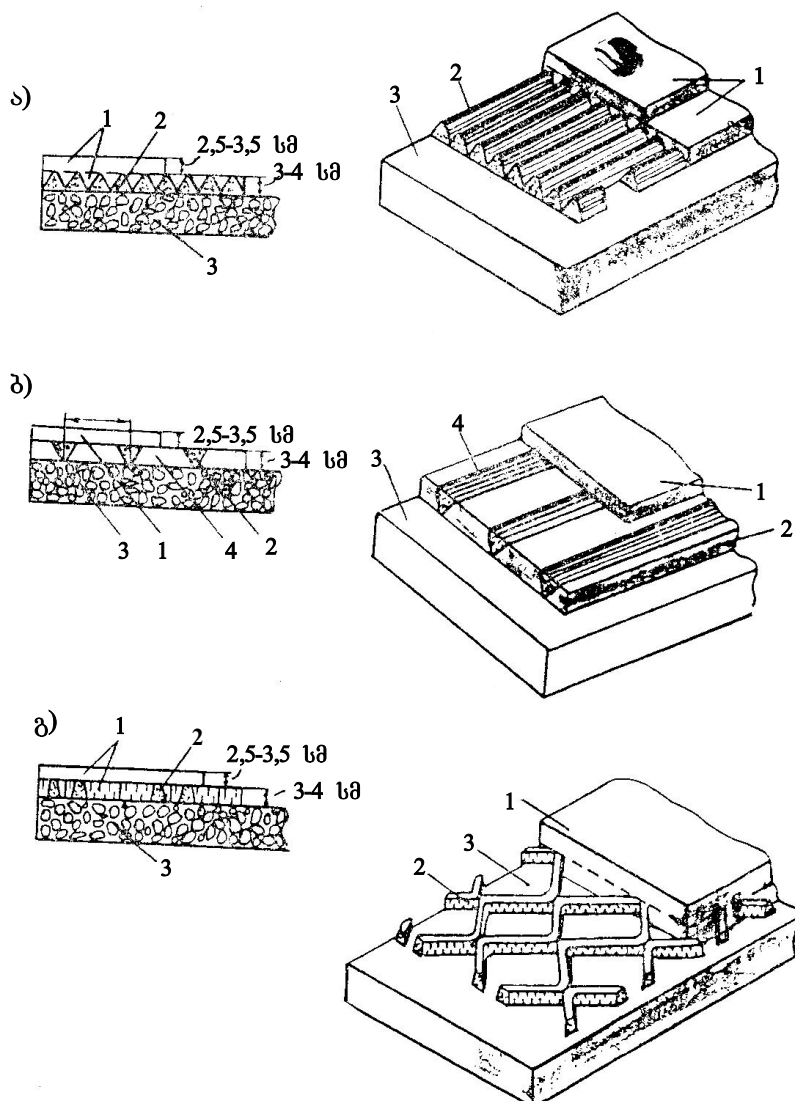
შესაბამისად ასეთი ხისტი ფენები რეკომენდებულია გაანგარიშების გარეშე, ვინაიდან ყოველთვის უზრუნველყოფენ ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილების ძვრისადმი მედეგობას.

ბადისებრი და პერფორირებული ხისტი ფენის გაანგარიშებისას (ნახ. 4.3) საჭიროა მხედველობაში იქნეს მიღებული კვეთის შესუსტება და დაძაბული ველის

ცვლილება პერფორირებული ადგილებისაგან. ამ დროს შეიძლება გამოვიყენოთ დაყვანის წესი, რომლის მიხედვით პერფორირებული ფენის სიხისტის მაჩვენებლები შეიძლება განვსაზღვროთ როგორც სიხისტით მისი ეკვივალენტური მთლიანი ფენის თანაბარი. ამისათვის ყველაზე გამოსადეგია ჰიპოთეზა მთლიანი და პერფორირებული თხელი ფილების ზედაპირების ღუნვის მსგავსების შესახებ, როდესაც ყველა სხვა პარამეტრი იგივეა. ეს პირობა მთლიანი და პერფორირებული კვეთების მქონე თხელი ფილების წინააღობის მომენტისათვის შეიძლება გამოვსახოთ შემდეგნაირად:

$$W_{\text{მთ}} = \gamma_n \cdot W_{\text{პრ}} \quad (4.3)$$

სადაც γ_n – მსგავსების კოეფიციენტი, რომელიც მხედველობაში იღებს ფილის პერფორაციას სიხისტის მიხედვით.



ნახ. 4.3. სისტი ელემენტებით არმირებული ნახევრადხისტი

კომპოზიციური ფენილების სტრუქტურა:

ა – გოფირებული ფებით; - გრძივი ელემენტებით; გ – ბადისებრი ფენით;
1 – მკვრივი ასფალტბეტონი; 2 – ქვიშაცემენტის ხსნარი; 3 – საფუძველი
ფენა; 4 – ქვედა ფენა ფოროვანი ასფალტბეტონისაგან

ანალოგიურად პერფორირებული ფენის დაყვანილი სიხისტე გაიანგარიშება გამოსახულებით

$$D_{პრ} = \gamma_n \cdot D_{მთ} \quad (4.4)$$

მსგავსების კოეფიციენტი γ_n არის ფილის გრძივი და განივი მიმართულებით განლაგებული პერფორირებული ადგილების ზომის და მათ ცენტრებს შორის მანძილების ფუნქცია.

გარკვეული მიახლოებით γ_n შეგვიძლია განვსაზღვროთ ქვემოთ მოყვანილი ფორმულით

$$\gamma_n = \left(1 - \frac{F_0}{F}\right)^{7/3} \quad (4.5)$$

სადაც F – გეომეტრიული ფართობია პერფორაციის გარეშე;

F_0 – ფაქტიური ფართობი პერფორაციის მხედველობაში მიღებით.

კუმშვისას ძაბვების შესუსტების კოეფიციენტი შეიძლება განვსაზღვროთ ფორმულით:

$$\varphi = \gamma_n^{1/3} \quad (5.6)$$

მაშინ დაყვანილი სიხისტის განსაზღვრა შეგვიძლია ფორმულით:

$$D_{პრ} = \frac{\psi E h^3}{12(1 - \mu^2)} \quad (5.7)$$

გაანგარიშებებმა გვიჩვენა, რომ პერფორირებული სისტე ფენის გრძივი მდგრადობა ჰორიზონტალური საბორბლე დატვირთვის ზემოქმედების ქვეშ ყოველთვის უზრუნველყოფილია, თუ სისტე ფენის სისქეა არანაკლებ 3 სმ, პერფორირებული ადგილების (ბადის თვლების) ზომაა არაუმეტეს 20 სმ, პერფორირებული ადგილების ცენტრებს შორის მანძილი კი არაუმეტეს 23 სმ (ნახ. 4.3).

პერფორირებული ადგილების შევსება ასფალტბეტონით უზრუნველყოფს სისტე ფენის საიმედო მუშაობას.

გოფრირებული ფენილის შემცველი კომპოზიციური ფენილების სიმტკიცე და მდგრადობა გრძივ ღუნვაზე დამოკიდებულია ასფალტბეტონისა და ქვიშა-ცემენტის ხსნარის განივი კვეთების ფართობის შეფარდებაზე. რაც მეტია ცემენტიანი ხსნარის წილი, მით უფრო მდგრადია სისტემა. ამავე დროს კონსტრუქციის სიხისტე შეზღუდულია ოპტიმალური სიდიდით, რომლის გადაჭარბება ნახევრად სისტე კონსტრუქციის მაგიერ მოგვცემს დრეკად სისტ ბეტონის ფილას დრეკად ფუძეზე.

ექსპერიმენტებმა აჩვენა, რომ მდგრადობის მიღწევის თვალსაზრისით ქვიშა-ცემენტის ხსნარისა და ასფალტბეტონის განივი კვეთების ფართობების

ოპტიმალური ფარდობა $\frac{F_{\text{ძვ}}}{F_{\text{სბ}}} \cong 0,25 - 0,5$ ფარგლებშია, მაგრამ ტექნოლოგიური თვალსაზრისით მიზანშეწონილია მივიღოთ ერთიან ახლო მეოფი სიდიდე.

ქვიშა-ცემენტის ხსნარის მიერ მიღებული წილი ჰორიზონტალური საბორბლე დატვირთვებისაგან P_1 , როდესაც ხდება პრიზმული ნიმუშების კუმშვა (ნახ. 4.3) წაგრძელებული ხისტი ელემენტების გასწვრივ დამოკიდებულია ფართობების შეფარდებაზე $K_1 = \frac{F_{\text{ძვ}}}{F_{\text{სბ}}}$, ფენილის სიგანის ერთეულზე და აგრეთვე შესაბამისი

მასალების დრეკადობის მოდულების ფარდობაზე $K_2 = \frac{E_{\text{ძვ}}}{E_{\text{სბ}}}$. აქედან გამომდინარე,

$$P_1 = P_0 \frac{K_1 \cdot K_2}{1 + K_1 \cdot K_2} \quad (4.8)$$

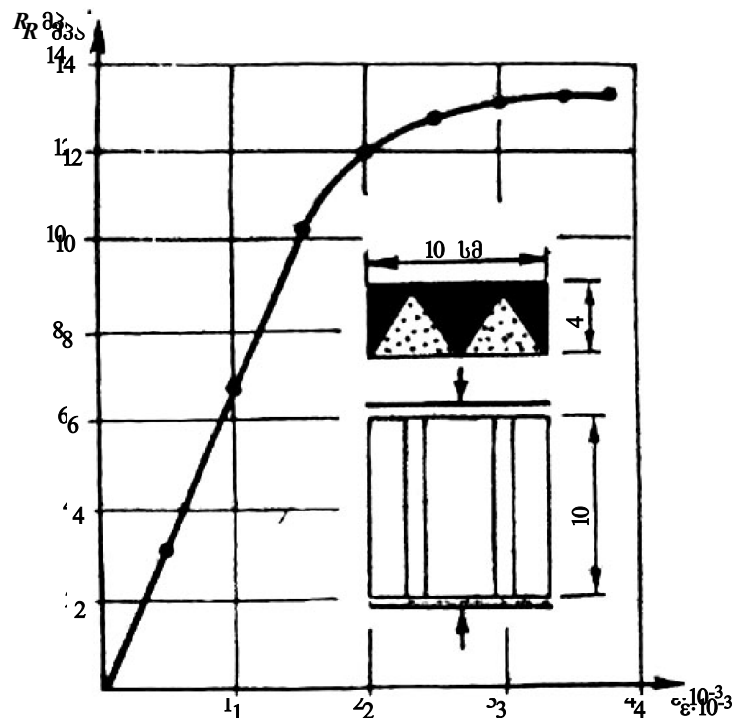
სადაც P_0 – საერთო ჰორიზონტალური დატვირთვა, მოდებული ნახევრადხისტი კომპოზიციური, კომბინირებული ნიმუშის წიბოზე.

კომპოზიციურ ფენილებში ჩართული ხისტი ელემენტების წინააღმდეგობის ფარდობითი შეფასებისათვის პროფ. ვ. გოგლიძის მიერ დამზადებული იქნა პრიზმული ნიმუშები გოფირებული ზედაპირით (ნახ. 4.3) ქვიშა-ცემენტის ხსნარისა და ასფალტბეტონის განივი კვეთების შეფარდების სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის $K_1 = 0,2 \div 1,0$. პრიზმული ნიმუშების ზომა იყო: კვეთი 10×4 სმ, სიმაღლე 10 სმ. ცდები ჩატარდა ჰიდრაულიკურ წნეხზე დგუშის გადაადგილების სიჩქარით 5 მმ/წთ 20°C ტემპერატურაზე. გამოცდების შედეგები ნაჩვენებია ქვემოთ ცხრილში.

კომპოზიციური მასალის შემადგენლობა	ხისტი და არახისტი პრიზმული ნიმუშების სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე, MPa	
	ქვიშაცემენტების ხსნარისთვის	ასფალტბეტონისთვის
ქვიშაცემენტის ხსნარი 1:1		
ქვიშოვან ასფალტბეტონში	11,9	0,69
წვრილმარცვლოვან ასფალტბეტონში	10,6	0,52
ქვიშაცემენტის ხსნარი 1:2		
ქვიშოვან ასფალტბეტონში	7,7	0,49
წვრილმარცვლოვან ასფალტბეტონში	4,45	0,35

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ძირითადი დამანგრეველი ძალა საერთო დატვირთვისგან გადაეცემა ხისტ ელემენტებს ქვიშაცემენტის ხსნარიდან ასფალტბეტონზე კი მოდის მხოლოდ 5-10%.

ექსპერიმენტული მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ქვიშა-ცემენტის ხსნარისაგან დამზადებული პრიზმული ნიმუშების სიმტკიცე ნაკლებია კუბის ფორმის ნიმუშების სიმტკიცეზე. ამავე დროს რეალური ჰორიზონტალური დატვირთვები საგზაო სამოსებში რამდენჯერმე ნაკლებია, ვიდრე ქვიშა-ცემენტის ხსნარის პრიზმული ნიმუშების სიმტკიცის ზღვარი კუმშვაზე. ამავე დროს სიხისტის დადგენისათვის მხედველობაშია მისაღები ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილების არაიზოტროპულობა გოფირებული ხისტი ფენით ან ცალკეული გრძივი ღეროებით ქვიშაცემენტის ხსნარისაგან (ნახ. 4.4).



ნახ. 4.4. კომპოზიციური მასალის პრიზმული ნიმუშის კუმშვის ძალოვანი დიაგრამა (ფარდობითი დეფორმაციის ε დამოკიდებულება ძაბვაზე R)

ფორმულა 4.8 საშუალებას იძლევა თუ ცნობილია საბორობლე ჰორიზონტალური დატვირთვის საერთო სიდიდე P_0 , დასაშვები მკუმშავი ძაბვები ხისტ ელემენტებზე $\sigma_{\text{დას}}$ და დრეკადობის მოდულები $E_{\text{ქც}}$ და $E_{\text{ა.ბ.}}$. მოვახდინოთ $K_1 = \frac{F_{\text{ქც}}}{F_{\text{ა.ბ.}}}$ სიდიდის ოპტიმიზაცია არა მარტო სიმტკიცის, არამედ კონსტრუქციის ეკონომიურობის მიხედვითაც.

კომბინირებული განივი კვეთის საერთო დრეკადობის მოდული გზის ღერძის გასწვრივ ღუნვისას $E_{0\text{გრძ}}$ განსხვავდება ანალოგიური დრეკადობის მოდულისაგან განივი მიმართულებით $E_{0\text{გან}}$. შეიძლება $E_{0\text{გრძ}}$ ვიანგარიშოთ ფორმულით

$$E_{0გრძ.} = \frac{F_1 E_1 + F_2 E_2}{F_1 + F_2}, \quad (4.9)$$

სადაც F_1 და E_1 – ხისტი ელემენტების განივი კვეთის ფართი და დრეკადობის მოდული სიგანის ერთეულზე;

F_2 და E_2 – იგივე არახისტი ელემენტებისათვის.

ასეთი კომპოზიციური ფენილის განივი მიმართულებით ღუნვისას ანგარიშში მისაღებია ასფალტბეტონის დრეკადობის მოდული. რეალურ პირობებში ტალღა წარმოიშვება გზის ღერძის გასწვრივ, ამიტომ ეს მიმართულება მისაღებია საანგარიშოდ და ანგარიშში უნდა ჩავრთოთ ხისტი ფენის დრეკადობის მოდული.

კომპოზიციური მასალის სიმტკიცის ფარდობითი შეფასებისათვის ნიმუშები დაიტვირთა 7 სმ დიამეტრის შტამპით. ფილები 20x20x3 სმ ეყრდნობოდა 6 სმ სისქის ასფალტბეტონს. გამოცდებმა აჩვენა, რომ კომპოზიციური მასალის წინააღმდეგობა 1,5-ჯერ აღემატება ასფალტბეტონის წინააღმდეგობას.

ჩატარებულმა თეორიულმა და ექსპერიმენტულმა კვლევებმა აჩვენა, რომ ნახევრახისტი კომპოზიციური ფენილები ხისტი ელემენტებით ყველა შემთხვევაში უზრუნველყოფენ საგზაო ფენილების ძვრამდეგობას.

პრაქტიკაში შეიძლება გამოვიყენოთ ხისტი და არახისტი ელემენტების შეხამების მრავალი ვარიანტი, მაგრამ სხვადასხვა კონსტრუქციული გადაწყვეტილებანი შეზღუდულია შესაბამისი საგზაო მექანიზმებისა და ტექნოლოგიური ხერხების სიმცირით. მათი დიაპაზონის გაფართოება სამომავლო კვლევის მეტად საინტერესო მიმართულებაა.

4.3. ნახევრახისტი ფენილების კლასიფიკაცია და კონსტრუქციები

ნახევრახისტი კომპოზიციები ფენილების კონსტრუირებისას უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი გარემოებები.

ხისტი ფენა, რომელიც ჩართულია არახისტი ფენილის კონსტრუქციაში, შეიძლება იყოს წარმოდგენილი როგორც დამოუკიდებელი კონსტრუქციული ფენა ან შეხამებული სხვა რომელიმე ფენასთან: ასფალტბეტონის ზედა ან ქვედა ფენასთან ან საფუძველ ფენასთან. მომატებული სიხისტის ფენა შეიძლება აგრეთვე გამოვიყენოთ როგორც დამოუკიდებელი კონსტრუქციული ფენა და მით შევცვალოთ ორფენიანი ასფალტბეტონის ფენილი. ხისტი ფენის კონსტრუქციული შემოტანა დამოკიდებულია გზის კატეგორიაზე და ექსპლუატაციის პირობებზე.

თუ მომეტებული სიხისტის ფენას გამოვიყენებთ ფენილის ზედა ფენად, ძვრისადმი მედეგობის გარდა მან უნდა დააკმაყოფილოს მოთხოვნები ცვეთამედეგობაზე, წყალგაუმტარობაზე, ყინვამედეგობაზე, ბზარმედეგობაზე და შეეწინააღმდეგოს ავტომობილის ბორბლისაგან გადაცემულ დინამიურ დარტყმებს.

რაც უფრო ღრმადაა განლაგებული ხისტი ფენა საგზაო სამოსში, მით უფრო შესაძლებელია გამოვიყენოთ ნაკლებად ხარისხოვანი მასალები და მით მეტი უნდა იყოს მისი სიხისტე. მაგ., თუ ასეთ ფენას მოვაწყობთ საფუძველი ფენის ზედა ნაწილში, იგი შეიძლება შედგებოდეს ქვიშა-ცემენტის ხსნარით გაჟღენთილი დატკეპნილი ღორღისაგან შავი ღორღის მაგიერ.

პრაქტიკამ აჩვენა, რომ ხისტი ფენა აგებული ქვიშა-ცემენტის ხსნარით გაჟღენთილი შავი ღორღისაგან გარდა იმისა, რომ წარმატებით გამოიყენება ორფენიანი ფენილის ქვედა ფენად, შეიძლება გამოვიყენოთ ზედა ფენადაც. შეიძლება საგზაო სამოსის კონსტრუქციაში ჩავრთოთ რამდენიმე ხისტი ფენა, რომლებიც განლაგდებიან ფირფიცრის (ფანერის) პრინციპით მონაცვლეობით არახისტ ფენებს შორის. იგივე მიზნით შეიძლება გამოვიყენოთ ხისტი ფენები ფორმირებული ბადისებრი, პერფორირებული, გოფირებული, აგრეთვე ქვიშა-ცემენტის ხსნარის ცალკეული ღეროების სახით. უმჯობესია მოვათავსოთ ისინი ძირითადად ასფალტბეტონის ქვედა ფენაში, ზოგჯერ კი ზედა ფენაშიც.

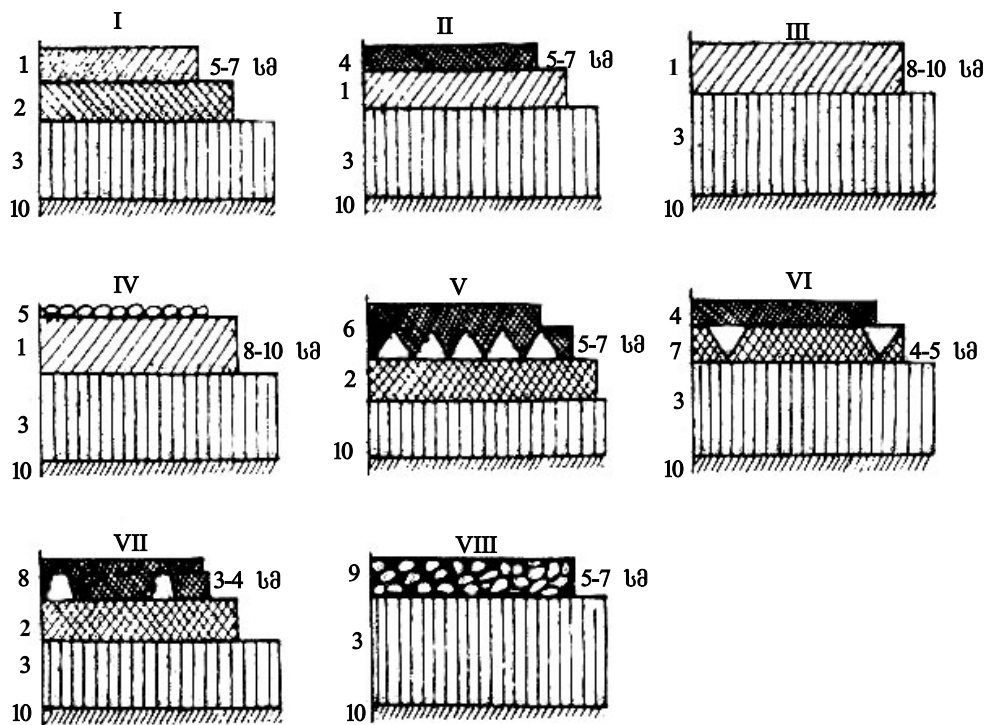
ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილები გამოყენებული მასალების, კონსტრუქციისა და ტექნოლოგიის მიხედვით შეიძლება კლასიფიცირებული იყოს შემდეგნაირად:

- გამოყენებული ბიტუმიქვის მასალის (შავი ღორღი, ასფალტბეტონი) მიხედვით;
- ასფალტბეტონის სახეობის (ქვიშოვანი <5 მმ ან წვრილმარცვლოვანი) 10-15 მმ მიხედვით;
- ქვაბიტუმის მასალის დაგების ტემპერატურით (ცხელი, თბილი ან ცივი ქვაბიტუმის მასალები) მიხედვით;
- ქვიშა-ცემენტის ხსნარის კონსტრუქციის სახეობით (უწყვეტი, ბადისებრი, პერფორირებული, გოფირებული, ცალკეული ღეროები).

ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილების სახეობანი მოცემულია ნახ. 4.6, ა-ზე. ისინი არ ამოწურავენ ყველა შესაძლო ვარიანტს, რამდენადაც ხისტი ელემენტები შეიძლება სხვა ფორმით (კონფიგურაციით) იყოს წარმოდგენილი. მაგ., ჭადრაკულად განლაგებული ასფალტბეტონში, მის ქვედა ფენაზე დაყრდნობილი

კონუსური ან პირამიდის ფორმის ქვიშაცემენტის ელემენტები ფუძითა და სიმაღლით 3,5-4,5 სმ.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ქვაბიტუმის მასალაში მარცვლის ზომისა და ხისტი ფენის სისქის ოპტიმალურ შეხამებას. ხისტი გოფირებული ფენისათვის ნახ. 4.6.V უმჯობესია ქვიშოვანი ასფალტბეტონი თუმცა შესაძლებელია წვრილმარცვლოვანის გამოყენებაც, თუ მათი დაგების პროცესში შენარჩუნებული იქნება ქვიშაცემენტის ელემენტების ფორმა. წინააღმდეგ შემთხვევაში შეიძლება გამოყენებული იქნას ასფალტბეტონი ღორღის ზომით არაუმეტეს 10-15 მმ.



ნახ. 4.6. ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილების კონსტრუქციები

ქვიშაცემენტის ხსნარისა და ქვაბიტუმის მასალების გამოყენებით:

1 – ხისტი ფენა შავი ღორღისაგან, რომელიც მთელ ან ნაკლებ სიღრმეზე გაჟღენთილია ქვიშაცემენტის ხსნარით; 2 – მსხვილმარცვლოვანი ფოროვანი ასფალტბეტონის ფენა; 3 – ღორღის ან დამსხვრეული ხრეშის საფუძველი სტაბილიზირებული ცემენტით ან ბიტუმით; 4 – ქვიშოვანი ან წვრილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ფენა; 5 – ზედაპირული დამუშავება ბიტუმის მასტიკის გამოყენებით; 6 – ქვიშოვანი (წვრილმარცვლოვანი) ასფალტბეტონის ფენა შიგ ჩართული ქვიშაცემენტის ხსნარის ხისტი გოფირებული ფენით; 7 – მსხვილმარცვლოვანი ფოროვანი ასფალტბეტონის ფენა შიგ ჩართული ქვიშაცემენტის ხსნარის ცალკეული წაგრძელებული ღეროებით; 8 – ქვიშოვანი (წვრილმარცვლოვანი) ასფალტბეტონის ფენა შიგ ჩართული ქვიშაცემენტის ხისტი ფენით ბადის ან პერფორირებული სახით; 9 – ქვიშოვანი ასფალტბეტონის ფენა გრანულირებული ქვიშაცემენტის ხსნარით; 10 – გრუნტის საფუძველი ან მადრენირებელი ფენა მარცვლოვანი მასალისაგან.

თავი 5. საპროექტო – საპიუბო სამუშაოები

5.1. საპროექტო – საპიუბო სამუშაოთა სახეობანი

დასაპროექტებელი გზის და აეროდრომის ხარისხი და მისი მშენებლობის ღირებულება დამოკიდებულია პროექტირების პერსპექტიულ პერიოდში სატრანსპორტო საშუალებათა რაოდენობისა და თავისებურებების გულმოდგინე შეფასებაზე, ადგილობრივ ბუნებრივ პირობებზე, სატრანსპორტო მომსახურების განვითარების გეგმებსა და მშენებელ ორგანიზაციათა ტექნიკურ შესაძლებლობებზე.

დაპროექტება უნდა განხორციელდეს მეცნიერებისა და ტექნიკის უახლესი მიღწევების საფუძველზე, იმ ანგარიშით, რომ გზა ან ასაფრენ დასაფრენი ზოლები მისი ექსპლუატაციაში შესვლის დღიდან პერსპექტიული პერიოდის ბოლომდე აკმაყოფილებდეს ტვირთებისა და მგზავრების გადაადგილების უსაფრთხოების, ეკონომიურობის და მგზავრობის კომფორტულობის ყველა მოთხოვნას. ამისათვის საპროექტო ორგანიზაციების მუშაკები სისტემატიურად უნდა ადევნებდნენ დარგში თვალყურს სამეცნიერო – ტექნიკურ პროგრესს და ითვალისწინებდნენ მისი განვითარების ტენდენციებს.

სატრანსპორტო მშენებლობა ითხოვს ფულადი სახსრების, მატერიალური და შრომითი რესურსების მნიშვნელოვან დანახარჯებს. აგებული გზის და აეროდრომების მაღალი სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო თვისებების უზრუნველყოფა შეხამებული უნდა იყოს კარგად მოფიქრებულ და ეკონომიურად დასაბუთებულ გადაწყვეტილებებიდან მიწის გამოყოფის შესახებ, აგრეთვე მიწის სამუშაოების მოცულობების, შემოტანილი ძვირადღირებული ან დეფიციტური, მასალების გამოყენებაზე. ყოველი საპროექტო გადაწყვეტის მოფიქრებისას დამპროექტებელმა ნათლად უნდა წარმოადგინოს, თუ როგორ შესძლებენ მის განხორციელებას მშენებლები, როგორ ასახვას ჰპოვებს ეს გადაწყვეტა სხვადასხვა ტიპის სატრანსპორტო საშუალებათა ექსპლუატაციის პირობებზე. ამასთანავე უნდა იყოს გათვალისწინებული მშენებლობის პროგრესული თანამედროვე მეთოდები ელექტრონული, ავტომატიზებული სისტემების და მოწყობილობების გამოყენებით.

სამშენებლო სამუშაოები ბევრადაა დამოკიდებული გარემო პირობებზე. ყველა საპროექტო გადაწყვეტა უნდა იყოს დამყარებული ადგილობრივი ეკონომიკური და ბუნებრივი პირობების ღრმა შესწავლაზე.

დიდი ხნის განმავლობაში ამის განხორციელების მთავარ საშუალებას წარმოედგენდა დამპროექტებელთა გასვლა ველზე ყველა საჭირო გადაღება

გამოკვლევათა შესრულებისათვის. სატელიტური სისტემებისა და ელექტრონული ტექნიკის განვითარების თანამედროვე დონე საშუალებას გვაძლევს კამერულ პირობებში შევასრულოთ გეოდეზიურ სამუშაოთა დიდი ნაწილი, რომელიც ადრე სრულდებოდა ველზე. ეს აიოლებს მთაგორიან და ტყით დაფარულ რაიონებში ტრასის საუკეთესო ვარიანტის შერჩევას, მნიშვნელოვნად მცირდება საინჟინრო – გეოლოგიურ სამუშაოთა მოცულობა.

მიუხედავად ამისა, დაპროექტებისათვის მეტად საჭირო ბევრი მონაცემი შეიძლება მიღებულ იქნას მხოლოდ საველე საძიებო სამუშაოების შედეგად. ამიტომაც ეს სამუშაოები რჩება პროექტის შედგენის აუცილებელ ეტაპად. პროექტების დამუშავება ხდება ორ ეტაპად (ორსტადიური დამუშავება): ტექნიკური პროექტი, რომელიც ღვება წინასწარი საინჟინრო ძიების (ტექნიკური ძიების) საფუძველზე: მუშა ნახაზები, რომლებიც მუშავდება საბოლოო საინჟინრო ძიების (აგებამდელი ძიების) საფუძველზე.

ტექნიკური თვალსაზრისით შედარებით მარტივი ობიექტების დაპროექტება, რომლებისთვისაც ფართოდ იყენებენ ტიპობრივ და მეორადი გამოყენების ექსპლუატაციაში გამოცდილ ინდივიდუალურ პროექტებს, ხორციელდება ერთ სტადიაში, მუშა და ტექნიკური პროექტის ერთობლივი დამუშავებით ასეთებია.

საავტომობილო გზები და ასაფრენ-დასაფრენ ზოლები, რომლებსაც აშენებენ კარგად შესწავლილ ბუნებრივ პირობებში აგრეთვე დაბალი კატეგორიის გზების მოკლე უბნები ამიტომაც, საგზაო – საპროექტო ორგანიზაციების მუშაობის მთავარი სახეა ტექნიკური პროექტების დამუშავება გაფართოებული ტექნიკური ძიების საფუძველზე.

საპროექტო ორგანიზაციებს სათანადო კვლევებისა და ძიების ჩატარებაზე დავალებანი ეძლევათ საკონკურსო, ე.წ. სატენდერო საფუძველზე, რეგიონებში ეროვნული ეკონომიკის განვითარების მოთხოვნების მიხედვით.

ამ მოთხოვნების მიხედვით შემუშავებული უნდა იყოს საგზაო ქსელის ან აეროპორტების განვითარების სქემები 20 – 25 წლამდე პერსპექტივაში, რომლებსაც ადგენენ ეკონომიკურ ძიებათა მონაცემების საფუძველზე. ისინი ასაბუთებენ სატრანსპორტო მშენებლობის დასახული ობიექტების აშენების სამეურნეო საჭიროებას და ეკონომიკურ მიზანშეწონილობას.

კონკრეტული ობიექტების ტექნიკური პროექტების დამუშავებას ჩვეულებრივ წინ უსწრებს წინა საპროექტო სტადიის სამუშაოები: ტექნიკურ-ეკონომიურ მოხსენებებს (ტემ), რომლებშიაც ასაბუთებენ ეკონომიური და ადმინისტრაციული რაიონების საავტომობილო გზების ქსელის განვითარებისა და აეროდრომების

განლაგების სქემებს; ტექნიკურ-ეკონომიურ დასაბუთებები (ტედ) ცალკეული საავტომობილო გზების ან მსხვილი სატრანსპორტო საინჟინრო ნაგებობების მშენებლობისათვის ან რეკონსტრუქციისათვის.

5.2. საგზაო მშენებლობის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება (ტედ)

ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება (ტედ) მთავარი დოკუმენტია, რომელიც ამტკიცებს საავტომობილო გზების ან მსხვილ ტვირთწარმომქმნელ პუნქტებს შორის გზათა ცალკეულ უბნების მშენებლობის ეკონომიურ მიზანშეწონილობას და ტექნიკურ შესაძლებლობას.

(ტედ)-ი ასაბუთებს დასაპროექტებელ მიმართულებაზე ტვირთების გადაზიდვისა და მგზავრთა გადაყვანის მოცულობებს, საანგარიშო ვადებში მოძრაობის ინტენსიობას, გზის კატეგორიას, ნორმატივებს გეგმის ელემენტებზე და გრძივ პროფილზე, სახავს ტრასების შესაძლო ვარიანტებს და ყოველ მათგანზე მთავარ ტექნიკურ გადაწყვეტებს, აწარმოებს ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიურ შედარებას. ყველაზე ოპტიმალური ვარიანტისათვის სახავს მთავარ საპროექტო გადაწყვეტას მიწის ვაკისზე, საგზაო სამოსზე, ხელოვნურ ნაგებობებზე და სამსახურის შენობებზე. ერთდროულად ადგენს მშენებლობის უმნიშვნელოვანეს ტექნიკურ-ეკონომიურ მაჩვენებლებს და აფასებს კაპიტალური დაბანდების ეკონომიკურ ეფექტურობას, ასევე განსაზღვრავს სამშენებლო სამუშაოების სახეობებს და მათ ღირებულებას განმსხვილებული მაჩვენებლების საფუძველზე. ეს უკანასკნელი, მეტად მნიშვნელოვანია, რადგანაც ტედ-ში დადგენილი საანგარიშო ღირებულების მნიშვნელოვანი გადამეტება არასასურველია ტექნიკური პროექტის შემდგომი დამუშავებისას.

ტექნიკურ-ეკონომიურ დასაბუთებებში უნდა იყოს გადმოცემული სამშენებლო სამუშაოთა ორგანიზაციის საკითხები, შეგროვილი უნდა იყოს ცნობები საგზაო სამშენებლო მასალათა კარიერებზე, გზის ასაგებად გამოსადეგი ადგილობრივი მრეწველობის ნარჩენების არსებობაზე. დასახული უნდა იყოს ხის მასალით, მეტალისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციებით, ელექტროენერგიისა და წყლით მშენებლობის საწარმით ბაზის ორგანიზაციის პირობები. ტედ-ის შედგენის სტადიაში, მიწის მფლობელებთან მოსარგებლეებთან და სხვა დაინტერესებულ ორგანიზაციებთან სახავენ და ათანხმებენ გზის გაყვანას, რკინიგზებთან, გაზსადენებთან, ელექტროგადაცემის ხაზთან მისი კვეთის ადგილებს და სხვა.

ახდენენ გარემოზე ზემოქმედების შეფასებას გზის მშენებლობისას და შემდგომ, მისი ექსპლუატაციის პროცესში.

ტრასის რეკომენდებული ვარიანტი უნდა იყოს ოპტიმალური მოცემული ხარჯების მინიმუმის პირობებში, აკმაყოფილებდეს კანონმდებლობის მოთხოვნებს ბუნების დაცვის, მინერალური, წყლისა და ტყის რესურსების გამოყენების მიმართ. გზის გაყვანა მსხვილ დასახლებულ პუნქტებთან ახლოს მოითხოვს მის შეთანხმებას ქალაქთან დაგეგმარების ცენტრალურ სქემასთან და უნდა შეესაბამებოდეს ქალაქის სატრანსპორტო სქემის განვითარების გეგმას. ტედ-მა უნდა დაასაბუთოს გზების მშენებლობის თანმიმდევრობა და სავარაუდო ვადები, წარადგინოს მშენებლობის ორგანიზაციის საერთო სქემა, განსაზღვროს მოთხოვნილება სამშენებლო მანქანების მთავარი სახეობების, მოწყობილობების და სატრანსპორტო საშუალებების მიმართ.

ამრიგად, ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებანი მეტად საპასუხისმგებლო დოკუმენტია, რომელშიც დებულობენ და ასაბუთებენ საგზაო მშენებლობის პრინციპულ გადაწყვეტილებებს, პროექტირების შემდგომ სტადიებში მხოლოდ აზუსტებენ და დეტალიზაციას უკეთებენ ტექნიკურ-ეკონომიურ დასაბუთებებში დადგენილ გადაწყვეტილებებს. ამიტომ ტედ-ის შედგენა მოითხოვს მეტად დიდ ყურადღებასა და გულმოდგინებას. მას ავალდებუნ როგორც წესი, ყველაზე დიდი გამოცდილების მქონე საპროექტო ორგანიზაციებს.

ტედ-ის მასალათა მოცულობა და მათი სტრუქტურა არ არის მკაცრად სტანდარტიზებული. იგი დამოკიდებულია ობიექტის სირთულესა და მნიშვნელობაზე. ტედ-ს აფორმებენ განმარტებითი ბარათის სახით საჭირო სქემების, რუკების, ნახაზებისა და ცხრილების დართვით. კარგად შემუშავებული ტედ-ის დამახასიათებელია მასში მოყვანილ მოსაზრებათა ლაკონურობა და დამაჯერებლობა.

მრავალკილომეტრიანი დიდი ეკონომიკური მნიშვნელობის გზის აშენების ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთების შედგენას სჭირდება არანაკლებ ერთი წელი. მიზანშეწონილია იგი იყოს დამთავრებული რამდენიმე თვით ადრე ტექნიკურ პროექტზე მუშაობის დაწყებამდე ან 1-2 წლით ადრე სავარაუდო მშენებლობის დაწყებამდე. ტედ-ის შემუშავება ხდება ბრიგადის მიერ პროექტის მთავარი ინჟინრისა და მთავარი ეკონომისტის მეთაურობით.

სამწუხაროდ საქართველოში XXI ს-ის საწყისი წლებიდან დამკვიდრდა მნიშვნელოვანი აეროპორტების და ავტოსაგზაო ინფრასტრუქტურული პროექტების შემუშავების პრაქტიკა ძალზედ მოკლე ვადაში, ეკონომიკურად სათანადოდ დასაბუთებული ტექნიკური გადაწყვეტილებების გარეშე. ეს ძირითადად ქვეყნის

შიდა ეკონომიკური საკითხების მოგვარებაში უცხოელი ინვესტორების აქტიური ჩარევის შედეგია რაც დაუშვებელია. მათი უფლებები უნდა ვრცელდებოდეს მხოლოდ ინვესტირებული თანხების მიზნობრივი გამოყენების კონტროლზე.

5.3. მოთხოვნები ტექნიკური პროექტის მიმართ

ტექნიკური პროექტი, რომლის დამუშავება ხდება წინასწარი საინჟინრო ძიების მასალათა საფუძველზე, უნდა ამომწურავად ამტკიცებდეს გზის აგების ტექნიკურ შესაძლებლობებს ტედ-ში დასახული მიმართულების მიხედვით. მან უნდა განსაზღვროს ობიექტის ზუსტი მდებარეობა ადგილზე და მიიღოს გადაწყვეტილება მისი ყველა ელემენტის კონსტრუქციის დანიშნულებაზე მათი ზომების დასაბუთებით, სამშენებლო სამუშაოების მოცულობების განსაზღვრითა და მათი შესრულების ღირებულების შეფასებით. ტექნიკურ პროექტში საბოლოოდ ადგენენ ძირითადი მასალებით, ელექტროენერგიათა და წყლით მშენებლობის უზრუნველყოფის წყაროებს. ნიშნავენ ცალკეული უბნების მშენებლობის დამთავრების ვადებს და განსაზღვრავენ საგზაო მშენებლობის სავარაუდო სახარჯთაღრიცხვო ღირებულებას მისი შესრულების ცალკეული ეტაპების მიხედვით. ყველა ეს საკითხი უნდა იყოს დამუშავებული საკმაოდ დეტალურად, ვინაიდან მშენებლობის ფინანსირება და სამშენებლო ორგანიზაციების სახარჯთაღრიცხვო გაანგარიშებანი ხორციელდება ტექნიკური პროექტის მონაცემების მიხედვით.

ტექნიკურ პროექტში შემავალი გადაწყვეტანი ადგილზე ტრასის გაყვანაზე, მიწის ვაკის კონსტრუქციაზე, წყლის აცილების უზრუნველყოფაზე მიიღება საველე-სადიებო სამუშაოების შესრულების პროცესში, მაგრამ არ გამორიცხავს დამუშავების კამერალურ სტადიაში ტექნიკური პროექტში შესწორების შეტანას, როდესაც დამპროექტებელს შეუძლია ჩაატაროს შეგროვილი მასალის კომპლექსური ანალიზი.

ტექნიკურ პროექტში შესაძლებელია ფართოდ იყოს გამოყენებული ტიპობრივი საპროექტო გადაწყვეტანი და არსებული გზების და აეროდრომების ინდივიდუალური პროექტები, რომლებმაც გაამართლეს ექსპლუატაციის პროცესში, ამასთან, თუ გავითვალისწინებთ საგზაო მშენებლობის ტექნიკურად სწრაფ განვითარებას, საჭიროა საპროექტო ორგანიზაციების მიერ ტიპობრივ პროექტებში ცვლილებების შეტანა ახალი მასალების გამოყენებასთან და მშენებლობის პროგრესული მეთოდებისა და გაუმჯობესებული კონსტრუქციული გადაწყვეტების დანერგვასთან დაკავშირებით.

ტექნიკურმა პროექტმა უნდა გაითვალისწინოს სამშენებლო ორგანიზაციების რეალური შესაძლებლობანი, მოწყობილობების არსებობისა და მასალების უზრუნველყოფის მხრივ, ამავე დროს საპროექტო გადაწყვეტანი ხელს უნდა უწყობდეს მუშაობის ორგანიზაციის მოწინავე მეთოდების, კომპლექსური მექანიზაციის და მშენებლობის თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებას.

გზისა და აეროდრომის დაპროექტება შემოქმედებითი პროცესია. მისი მიზანი საჰაერო და საავტომობილო ტრანსპორტისათვის ოპტიმალური პირობების შექმნა და მგზავრთა უსაფრთხო და მოხერხებული გადაყვანის უზრუნველყოფა. გზის ნებისმიერი უბნის დაპროექტებისას საჭიროა წარმოვიდგინოთ ჩვენი თავი ამ გზაზე მიმავალი მძღოლის ადგილზე და შევაფასოთ მოძრაობის პირობები, მით უმეტეს, რომ თანამედროვე ეგმ პროგრამები საშუალებას იძლევიან შევაფასოთ დაპროექტებული მონაკვეთი მძღოლის მიერ გზის მხედველობითი აღქმის მიხედვით.

საავტომობილო გზების ტექნიკური პროექტის შედგენისას სრულდება შემდეგი სამუშაოები: ტრასის გეგმების გაფორმება ძიების დროს დასახული ვარიანტების მიხედვით;

არკვევენ იმ ადგილებს, რომლებსაც საპროექტების დროს შეიძლება დაფიქსირდეს შემდგომი დაზუსტებანი;

ატარებენ საჭირო ჰიდრაულიკურ გაანგარიშებებს, არჩევენ და ადგილობრივ პირობებს უკავშირებენ ხელოვნურ ნაგებობათა ტიპურ პროექტებს, ადგენენ წყალსარინ, სადრენაჟო, ნაპირსამაგრ და მარეგულირებელ ნაგებობათა პროექტებს.

გრძივ პროფილზე ავლებენ საბოლოო საპროექტო ხაზს გეოლოგიური და ჰიდრაულიკური პირობების, მოძრაობის უსაფრთხოების მოთხოვნების გათვალისწინებით. გზებისათვის, რომლებიც გაჰყავთ ციცაბო ფერდობებზე, პოულობენ ტრასის რაციონალურ მდებარეობას გეგმასა და გრძივ პროფილში, ძიების პროცესში გეოდეზისტების მიერ გადაღებული დეტალური გეგმების გამოყენებით. ანგარიშობენ მიწის ვაკისის მდგრადობას, ამუშავენ მის კონსტრუქციას ფერდობებზე, მეწყერიან, ზვავსაშიშ, ჭაობიან და სხვა უბნებში, რომლებიც საჭიროებენ ინდივიდუალურ დაპროექტებას.

ტიპობრივი პროექტების ალბომებისა და დამატებითი გაანგარიშებების საფუძველზე ამუშავენ საგზაო სამოსელის კონსტრუქციათა ვარიანტებს, რომლებიც მობმულია გზის კონკრეტულ უბნებთან;

ამუშავენ საგზაო და ავტოსატრანსპორტო სამსახურის შენობებისა და მოძრაობის მომსახურებისათვის ნაგებობების გზაზე განლაგების სქემებს.

ადგენენ საშენ მასალათა მიღების წყაროებს, აზუსტებენ მონაცემებს მათ რაოდენობაზე, ადგენენ კარიერების დამუშავების სქემებს.

სახავენ ღონისძიებებს იმ მიწების რეკულტივაციისათვის, რომლებიც დროებით გამოიყენება კარიერების, რეზერვების, დროებითი შენობებისა და ნაგებობების განლაგებისათვის, რათა მშენებლობის დამთავრების შემდეგ დაუბრუნონ მათ სოფლის მეურნეობისათვის გამოსადეგი სახე.

სახავენ ღონისძიებებს გზის შენახვისათვის ზამთრის პირობებში; ლიპყინულიანობის საწინააღმდეგო მასალათა ბაზების განლაგებას; თოვლდამცავი ნარგავების მოწყობას; ფარების დაყენებას და ა.შ.

ადგენენ საგზაო-სამშენებლო ქვედენაყოფების განლაგების სქემებს, აწარმოებენ გაანგარიშებებს მასალების, ხელსაწყოების, საგზაო-სამშენებლო მანქანებისა და შრომითი რესურსების მოთხოვნილებებზე. აგებენ სამუშაოთა შესრულების ხაზოვან კალენდარულ გრაფიკს, აანალიზებენ საპროექტო გადაწყვეტებს ძვირადღირებული და იმპორტული მასალების მომჭირნეობითი ხარჯვის თვალსაზრისით.

ტექნიკური პროექტის მთავარ ნაწილს შეადგენს კრებისითი ხარჯთაღრიცხვა, მშენებლობის დაგეგმვისა და სამშენებლო ორგანიზაციებსა და შემკვეთებს შორის ანგარიშწორების მთავარი დოკუმენტი.

ტექნიკურ პროექტში მოყვანილი მასალები უნდა იძლეოდეს სამუშაოთა მოცულობისა და გზის მთავარი კონსტრუქციული ელემენტების საკმაოდ ზუსტ დახასიათებას უმნიშვნელო და არაპრინციპული საკითხების გამოტოვებით.

ყველა საპროექტო გადაწყვეტა, რომელიც ხდება სხვა ორგანიზაციების ინტერესებს უნდა იყოს მათთან შეთანხმებული.

ამ შეთანხმებას აწარმოებენ ძიების დაწყებამდე, მოსამზადებელ პერიოდში, მათი ჩატარების დროს და ასევე ტექნიკური პროექტის დამუშავების პერიოდში.

საჭირო შეთანხმებათა სია მეტად დიდია, ტედ-ში დასაბუთებული მთავარი და საკონკურენციო ვარიანტების მიმართულების შეთანხმება ხდება ადგილობრივ ხელისუფლებასთან, ყველა იურიდიულ და კერძო პირთან ვის მფლობელობაში ან ზედამხედველობის ქვეშაა განთავსების ზოლით დაკავებული ტერიტორია.

რკინიგზების, წყლის მიმოსვლის გზების, ელექტროგადაცემის ხაზისა და სხვა საჰაერო, მიწისზედა და მიწისქვეშა კომუნიკაციების გადაკვეთის ადგილებს. შესაბამისად უთანხმებენ საავტომობილო გზებისა და რკინიგზის სამმართველოებს, ყველა სხვა სახის ტრანსპორტის ორგანოებსა და შესაბამისი ხაზების მფლობელებს.

შეთანხმებას საჭიროებენ არა მარტო მუდმივი საგზაო ობიექტები, არამედ დროებითი ნაგებობების განლაგებაც – გადმოსატვირთი ბაქნები, საგზაო სამშენებლო მასალათა საწყობები, ასფალტბეტონის ქარხნები და ასევე, ადგილობრივ საშენ მასალათა ქვიშის, ხრეშის დამუშავების კარიერები.

მოძრაობის უსაფრთხოებისა და მისი ორგანიზაციის უზრუნველყოფის მიზნით ყველა საპროექტო გადაწყვეტა უსათუოდ უნდა იყოს შეთანხმებული შინაგან საქმეთა სამინისტროს შესაბამის უწყებასთან.

რომელიმე ორგანიზაციის მიერ პრინციპულ გადაწყვეტაზე უარის თქმის შემთხვევაში აუცილებელია საკამათო საკითხის ზემდგომ ორგანიზაციებში გადაცემა და თუ საჭირო გახდა პროექტის ხელმეორედ შედგენა.

5.4. ტექნიკური პროექტის შედგენილობა და გაფორმება

საავტომობილო გზების ტექნიკური პროექტი შედგება რიგი დოკუმენტებისაგან, რომლებსაც წარმოადგენენ განსახილველად დასამტკიცებელ ინსტანციაში და დამხმარე მასალებისაგან, რომლებიც გადაეცემა საპროექტო ორგანიზაციათა არქივს შესანახად და შემდგომში, ნაწილობრივ გამოიყენება მუშა დაპროექტების დროს. დამხმარე მასალები შედგება საველე სამუშაოების შესრულების პირველადი დოკუმენტებისაგან, დაპროექტებაზე და შეთანხმებებზე დავალებათა დედნებისაგან, სამუშაოთა მოცულობის გამოთვლების უწყისებისაგან, ნაგებობათა ტექნიკურ-ეკონომიური, ჰიდრაულიკური და სტატიკური გაანგარიშებებისაგან. ტექნიკური პროექტის დოკუმენტების ასეთ დაყოფას ორ ჯგუფად მიზანშეწონილია პროექტის მოსახერხებელი გამოყენების თვალსაზრისით რათა იგი არ გადატვირთოს დოკუმენტებით, რომლებიც არ საჭიროებს განხილვას, დამტკიცებასა და შემდგომ გამოყენებას მშენებლობაში.

სხვადასხვა საპროექტო ორგანიზაციებში პროექტის ერთსახოვნებისათვის მიზანშეწონილია მათი გაფორმება ტექნიკური პროექტის ეტალონის მიხედვით. რომელიც შემუშავებულია ან რეკომენდებულია საგზაო დეპარტამენტის ან მისი ანალოგიური ორგანიზაციის მიერ. ტექნიკური პროექტის დედანთან ერთად აუცილებელია მისი ელექტრონული ვერსიის წარმოდგენა. ყველა მასალის კოპირება (პირის გადაღება) ხდება სამრავლებელი აპარატის საშუალებით, რის შემდეგ მათ გამოსცემენ ცალკეულ ტომებად, 5–6 ეგზემპლარად. ნახაზებს პროექტებში აფორმებენ ნიმუშების მიხედვით, რომლებიც დართულია „პროექტის ეტალონთან“. ისინი უნდა იყოს ჯერადი ფურცლის სტანდარტული A4 ზომის მიმართ; დიდი ზომის ნახაზებს კეცავენ სტანდარტული ფორმატების სახით.

ყველა დოკუმენტი უნდა იყოს ხელმოწერილი საპროექტო ორგანიზაციისა და საპროექტო სამუშაოების შემსრულებლების და ხელმძღვანელების მიერ.

პროექტის მასალების დაყოფა წარმოებს ტომების მიხედვით შემდეგნაირად:

I – საერთო ნაწილი

1.1. საერთო განმარტებითი ბარათი, რომელიც შეიცავს ტრასების სქემატურ გეგმებსა და საინჟინრო გეოლოგიურ რუკას.

1.2. ტრასის გეგმა გრძივი და განივი პროფილები.

2 სამშენებლო ნაწილი.

2.1. მშენებლობის მომზადება. მიწის ვაკისი და გზის სამოსი.

2.2. ხელოვნური ნაგებობანი.

2.3. საავტომობილო გზებთან და რკინიგზასთან გადაკვეთები. გზის მოწყობა და გაფორმება (ავტობუსის გაჩერებები, დასვენების ბაქნები, გადასასვლელები, ქვეითა გადასასვლელები, ტროტუარები და ველოგზები) მოძრაობის ორგანიზაცია (საგზაო ნიშნების დისლოკაცია ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მონიშვნის სქემები, ღობურების და რეგულირების ტექნიკური საშუალებების განლაგება და მათი მუშაობის რეჟიმები) მოძრაობის უსაფრთხოება. (მოძრაობის უსაფრთხოების შეფასება ავარიულობის და უსაფრთხოების კოეფიციენტების მეთოდებით, სამუხრუჭე მანძილთა ეპიურის მეთოდით).

2.4. საგზაო ავტოსატრანსპორტო სამსახურის შემთხვევები და ნაგებობები.

2.5. მისასვლელი საავტომობილო გზები.

2.6. მასალები მიწების გამოყოფაზე, მიწების რეკულტივაციის პროექტი.

ნაწილი 3 – 3.1. საშენი მასალები.

ნაწილი 4 – 4.1. მშენებლობის ორგანიზაცია.

ნაწილი 5 – მშენებლობის სახარჯთაღრიცხვო ღირებულება.

5.1. კრებსითი ხარჯთაღრიცხვა.

5.2. ხარჯთაღრიცხვები ცალკეულ ობიექტებზე.

ყოველი ტომი შეიცავს საგზაო ნაგებობათა მიღებული კონსტრუქციების ნახაზებს და შესასრულებელ სამუშაოთა მოცულობების უწყისებს.

ექსპერტიზისა და დამამტკიცებელი ინსტანციის გადაწყვეტილებით პროექტში შეტანილი ყველა ცვლილება და დამატება ერთიანდება ცალკე დამატებით ტომში.

პროექტის მთავარი ნახაზების გაფორმებისას იცავენ შემდეგ მოთხოვნებს. ტრასის გეგმას 1:10 000 მასშტაბში გამოხაზავენ პიკეტაჟის მონაცემების მიხედვით არსებული სატელიტური სურათებისა და ტოპოგრაფიული რუკების გათვალისწინებით 1:10000 – 1:25000, მასზე ტრასების ყველა ვარიანტის კოლომეტრაჟის, საგზაო

სამშენებლო მასალების საბადოების, მშენებლობის დასაგეგმი ბაზის დადგენით. სიტუაციას აზუსტებენ ძიებათა შედეგების მიხედვით (ნახ. 11.1). მთაგორიან ადგილებში გზებისათვის ტრასის გეგმის მასშტაბი მიზანშეწონილია გადიდდეს 1:5000 – 1:10000-მდე.

ნახ. 5.1

სატელიტური გამოსახულებების გამოყენების შემთხვევაში ტრასის გეგმის მაგივრად ადგენენ ფოტო სქემას მასშტაბში 1:50000 – 1:25000.

წარწერებს, რომლებიც ეკუთვნის ტრასას, ათავსებენ მის პარალელურად, ხოლო წარწერებს, რომლებიც ეკუთვნის სიტუაციას, ჰორიზონტალურად. მოხვევის კუთხეების დიდი რაოდენობის დროს, მონაცემები მათი ელემენტების შესახებ შეაქვთ ცხრილში.

მიწაზე კერძო საკუთრების აღდგენის შემდეგ მკაცრ მოთხოვნებს უყენებენ მიწების გამოყოფის დასაბუთებას. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება დაკავებული მიწების გრაფიკს (ნახ. 5.2). მასზე მითითებულია მიწის ვაკისი და ხელოვნურ ნაგებობათა საზღვრები, რომლებიც ასაბუთებენ გამოყოფის ზოლის საჭირო სიგანეს. განსაკუთრებით გამოხატულია ის ტერიტორიები, რომლებიც დროებით არიან განკუთვნილი სამშენებლო უბნებისათვის, დროებითი გზებისათვის და ასევე გრუნტის რეზერვებისათვის ყრილების ასაგებად. მიწის ვაკისის გრძივი პროფილების ნახაზები მოცმულია სამშენებლო ობიექტებისათვის როგორც ტიპური, ისე ცალკეული უბნებისათვის ინდივიდუალურად დამუშავებული სახით.

ნახ. 5.2

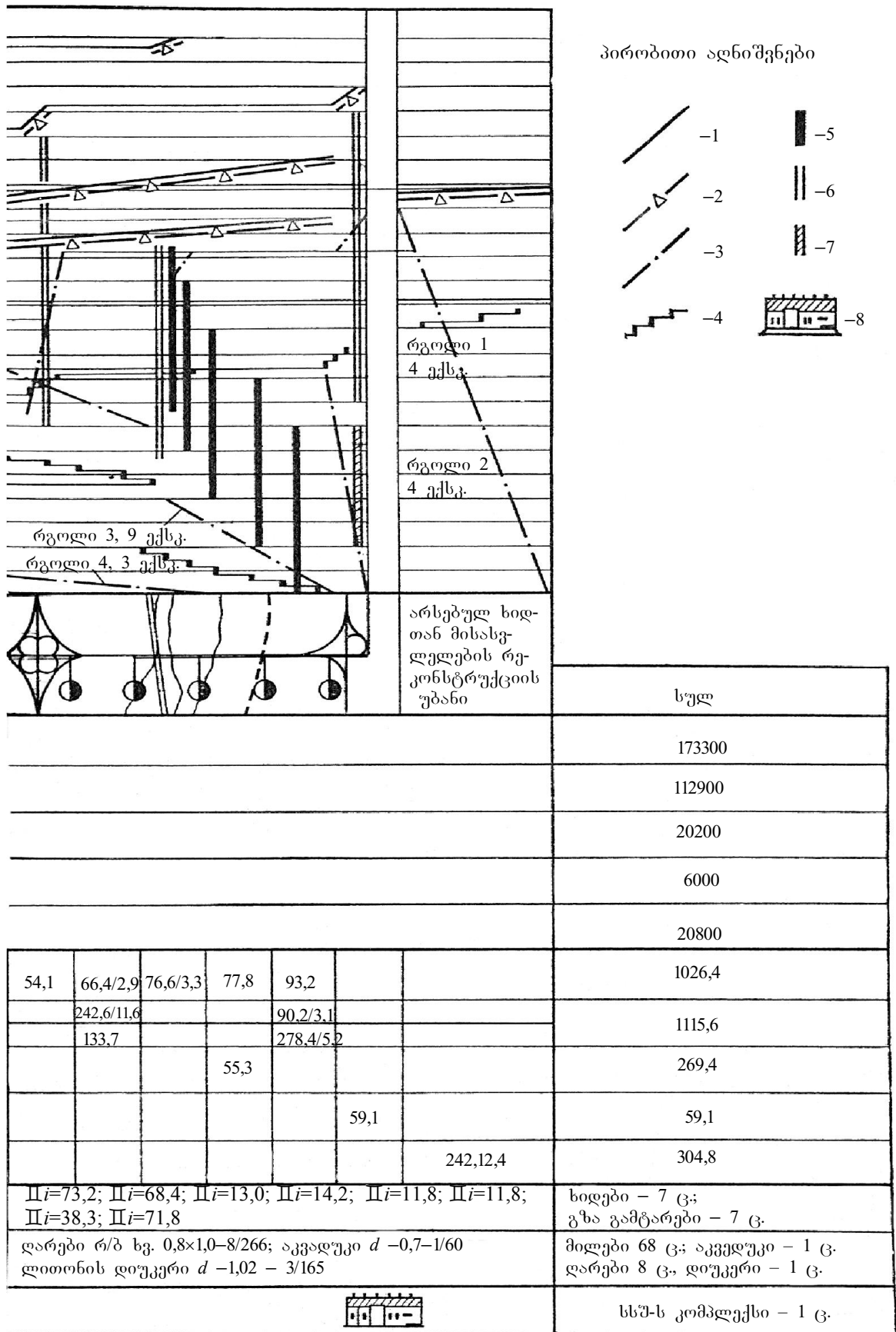
ცალკეული რთული ადგილებისათვის, სამშენებლო მოედნებისათვის და საშენ მასალათა კარიერებისათვის ადგენენ გეგმებს 1:500 – 1:2000 მასშტაბში 0,25-დან 1 მ-მდე ჰორიზონტალური კვეთით.

პროექტის მნიშვნელოვანი ელემენტია სამშენებლო სამუშაოთა კალენდარული გრაფიკი (ნახ. 5.3), რომელიც უნდა ითვალისწინებდეს ახალი ტექნიკის დანერგვას, შრომის მოწინავე მეთოდების გამოყენებას, საწარმო პროცესების კომპლექსურ მექანიზაციას. ამასთან ერთად, სამუშაოთა ორგანიზაციის პროექტმა მხედველობაში უნდა იქონიოს სამშენებლო ორგანიზაციების წარმოებითი შესაძლებლობანი, მშენებლობის რაიონის კლიმატური პირობები, საშენ მასალათა შეტანის პირობები, ენერგომომარაგება და სხვა.

სამშენებლო სამუშაოების კალენდარულ გრაფიკს ამუშავებენ სამუშაოთა მოცულობისა და საშენ მასალათა მოთხოვნების კრებითი უწყისის საფუძველზე, მექანიზაციის საშუალებათა და სამუშაო ძალით მშენებლობის უზრუნველყოფის წყაროების მონაცემების მიხედვით.

საგზაო - სამშენებლო სამუშაოების ორგანიზაციის საკითხები დეტალურად შეისწავლება კურსში „საავტომობილო გზების მშენებლობა“ და საგზაო მშენებლობის ორგანიზაცია და ტექნოლოგია.

საზოგადოებრივი ინჟინერული გრაფიკა	2009 წ.	დეკემბერი								
		ნოემბერი								
		ოქტომბერი								
		სექტემბერი								
		აგვისტო								
		ივლისი								
		ივნისი								
		მაისი								
		აპრილი								
		მარტი								
		თებერვალი								
		იანვარი								
	2008 წ.	დეკემბერი								
		ნოემბერი								
		ოქტომბერი								
		სექტემბერი								
		აგვისტო								
		ივლისი								
		ივნისი								
		მაისი								
		აპრილი								
		მარტი								
		თებერვალი								
		იანვარი								
მშენებლობის ორგანიზაციის სტრუქტურული გენ. გეგმა										
საგზაო სამოსის მოწყობა, მკ	ძირითადი ტრასა		173300 მ² (11500 გრძ.მ)							
	კვანძების გახსნა		112900 მ² (16500 გრძ.მ)							
	გზების კვეთა		20200 მ² (3400 გრძ.მ)							
	სსშ-თან მისასვლელი		6000 მ² (1000 გრძ.მ)							
	არსებულ ხიდან მისასვლელის რეკონსტრუქციის უბანი		20800 მ² (1400 გრძ.მ)							
მიწის ფენის მოწყობა, ათასი მკ	ძირითადი ტრასა	არაკლდოვანი გრუნტი	38/133,8	65,5	112,6	94,3	58,9/3,6	74,3	69,5	
	კვანძების გახსნა	არაკლდ. გრუნტი								
		კლდოვ. გრუნტი								
	გზების კვეთა	არაკლდოვანი გრუნტი			62,3	89,7	60,7			
	სსშ-თან მისასვ- ლელი	არაკლდოვანი გრუნტი								
ხიდან მისასვ. რეკონსტრუქ. უბანი		კლდოვანი გრუნტი								
ხელოვნური ნაგებობის მშენებლობა	ხიდეები და გზის გა- დამკვეთი		II <i>i</i> =77,8; II <i>i</i> =71,5; II <i>i</i> =11,8; II <i>i</i> =66,4; II <i>i</i> =66,4; II <i>i</i> =66,4;							
	მცირე ხელოვნური ნაგე- ბობები, ც/გრძ.მ		მიღები <i>d</i> -1,25-53/2076; მიღები <i>d</i> -1,25-10/362 მიღები <i>d</i> -1,5×2,0 - 3/16							
საგზაო და ავტოსატრანსპორტო საშა- ხურების კომპლექსები										



ნახ. 5.3. გაგრძელება. მშენებლობის ხაზოვან კალენდარული გრაფიკი
1 - სამოსის მოწყობა; 2 - საფუძვლის მოწყობა; 3 - ვაკისის აგება; 4 - მიწების
აგება; 5 - ხიდების აგება; 6 - გზაგამტარების აგება; 7 - სსუ-ს კომპლექსის
მშენებლობა; 8 - სსუ-ს კომპლექსი; მიწის სამუშაოთა მოცულობაში
მრიცხველში - ყრილების მოცულობა, ჭრილების - მნიშვნელში

5.5. სამუშაო ნახაზები

ტექნიკური პროექტის დამუშავების დროს ხდება გზის კონსტრუქციის ყველა საკითხის პრინციპული გადაწყვეტა სატელიტური სურათების დამუშავების ან ადგილზე ძიების დროს დასახული ვარიანტებიდან ყველაზე ოპტიმალურის შერჩევა. ადგილმდებარეობის რთულ პირობებში დეტალური გამოკვლევების მიუხედავად, მთელ რიგ საკითხებს დაზუსტება სჭირდება. ამას ახორციელებენ დამატებითი საინჟინრო ძიებების ბაზაზე. მათ რიცხვში შედის დეტალური საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევები, რომლებიც საჭიროა ხელოვნური ნაგებობის ტიპური პროექტების მიბმისათვის და მიწის ვაკის დაპროექტებისათვის არახელსაყრელ გრუნტო-გეოლოგიურ პირობებში.

მუშა ნახაზებს ადგენენ ადგილზე დაკვალული ტრასის მიხედვით. ამიტომ წინასამშენებლო ძიებებს, რომლებიც წინ უსწრებს მუშა ნახაზების დამუშავებას, იწყებენ ტრასის აღდგენით ან მისი გამოტანით ადგილზე, იმ უბნებზე სადაც მისი დაპროექტება წარმოებდა სატელიტური სურათების მასალების მიხედვით. ამ სამუშაოთა შესრულება აუცილებელია. ადგილობრივი პრობების დეტალური შესწავლის საფუძველზე უნდა გამოყენებულ იქნას გზის პროფილისა და გეგმის გაუმჯობესების ყველა შესაძლებლობა, მცირე უბნებზე ხელმეორედ ტრასირებით, გზის სივრცული სიმდოვრის გაუმჯობესებით გეგმაში და პროფილში მრუდების რადიუსების გადიდებით, გრძივი ქანობების შემცირებით, ლანდშაფტთან გზის უფრო კარგი შესამებით და არახელსაყრელი გრუნტი - გეოლოგიური ადგილების გვერდის ავლით.

მუშა ნახაზების დამუშავების სტადიაში აწარმოებენ კლოტოიდური ან სპლაინ ფუნქციებით გაყვანილი ტრასის ელემენტების საბოლოო შეთანხმებას კოორდინატების განსაზღვრით სათანადო კომპიუტერული პროგრამების გამოყენებით. ტრასის ადგილზე დაკვალვისა და მათი ადგილობრივ საგნებთან მიბმის მიზნით.

ტრასის დაზუსტების შემდეგ აუცილებელი ხდება მოხვევის კუთხეების, წრფეებისა და მრუდების უწყისების გადამუშავება, ტრასის და საპროექტო კილომეტრაჟის დამაგრება. საპროექტო ხაზის შესწორებანი იწვევს მიწის სამუშაოთა მოცულობების შეცვლას. საჭირო ხდება დაკავებული მიწების უწყისებში შესწორებების შეტანა. მუშა ნახაზების შედგენის დროს საბოლოოდ აფორმებენ გზისპირა ზოლს, რომელიც შეიცავს მშენებლობის პერიოდში დროებით დაკავებულ ტერიტორიას აგრეთვე მაღალი ყრილებისათვის, ღრმა

ჭრილებისათვის, გადაკვეთებისა და ხელოვნური ნაგებობებისათვის, ავტოსატრანსპორტო სამსახურის საჭირო შენობებისათვის ფართობს.

მუშა ნახაზების შედგენის დროს აზუსტებენ საწყის მონაცემებს ხელოვნურ ნაგებობათა ჰიდრაულიური გაანგარიშებისათვის. საჭიროების შემთხვევაში მათ ხვრეტებს ახლად ანგარიშობენ. მუშა ნახაზებს ამუშავებენ პრინციპულ საპროექტო გადაწყვეტების საფუძველზე, რომელიც მიღებულია დამტკიცებულ ტექნიკურ პროექტში. მათ აზუსტებენ ადგილობრივი პირობების დრმა შესწავლის საფუძველზე საბოლოო წინასამშენებლო ძიების დროს.

მუშა ნახაზების მიხედვით ახორციელებენ ყველა სამშენებლო სამონტაჟო სამუშაოს და ამიტომ მათში უნდა იყოს დამუშავებული შესაბამისი ნაგებობებისა და მათი ნაწილების კონსტრუქციების ყველა დეტალი. ნაგებობათა მუშაობის საიმედოობისათვის, მუშა ნახაზების დამუშავებას წინ უნდა უსწრებდეს საშენებლო ადგილისა და საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების დეტალური გამოკვლევა.

მუშა ნახაზების შედგენისას საპროექტო ორგანიზაცია უნდა ისწრაფვოდეს ნაგებობათა მუშაობის სიმტკიცისა და საიმედოობის ამაღლებისაკენ მათი გაძვირებისა და კაპიტალურობის შემცირების გარეშე. მუშა ნახაზები არ უნდა ამცირებდეს ნაგებობათა ტექნიკურ კატეგორიასა და კაპიტალურობას ტექნიკურ პროექტში მიღებულ ნორმებთან შედარებით. მუშა ნახაზებს ამტკიცებენ ორგანიზაცია – დამკვეთის ხელმძღვანელები.

კარგად შესწავლილ რაიონებში მარტივი ბუნებრივი პირობებით, სადაც უკვე დაგროვილია გზების მშენებლობისა და ექსპლუატაციის გამოცდილება იძლევა ტიპური პროექტების გამოყენების ფართო საშუალებას. ასეთ პირობებში საავტომობილო გზების დაპროექტება მიზანშეწონილია ჩატარდეს ერთ სტადიაში ტექნიკურ-მუშა პროექტების დამუშავებით ანუ ტექნიკური პროექტის შედგენით, რომელიც უზრუნველყოფილია სამუშაო ნახაზებით.

5.6. საპროექტო გადაწყვეტილებათა საიმედოობის უზრუნველყოფა

საპროექტო გადაწყვეტათა კომპლექსმა უნდა უზრუნველყოს გზის როგორც საინჟინრო ნაგებობის ნორმალური მუშაობა, მოცემული საანგარიშო ვადის განმავლობაში. გზის უნარს შეინარჩუნებს საექსპლუატაციო მახასიათებლები საპროექტო გადაწყვეტის მიხედვით გათვალისწინებულ მუშაობის პირობებში, ეწოდება მისი საიმედოობა.

გზის ყველა ელემენტის ზომების დანიშვნისას დამპროექტებელმა უნდა გაითვალისწინოს გარემოებები, რომლებიც ართულებენ მის მიერ ჩაფიქრებული ნაგებობების მუშაობას. მაგალითად, ექსპლუატაციის პროცესში შეიძლება შეიცვალოს მიწის ვაკისზე და ხიდეზე გარე დატვირთვის ზემოქმედების ხასიათი, ვინაიდან შესაძლებელია, შემთხვევითი შედარებით უფრო მძიმე ავტომობილების გავლა, მოძრაობის შემადგენლობის შეცვლა, სამოსზე დინამიკური ზემოქმედების გაზრდა საფარის უსწორმასწორობისა და დეფორმაციის გამო.

გზის მუშაობაზე მოქმედი ბუნებრივი ფაქტორები (ტემპერატურა, ნალექები, წყალმოვარდნა, გრუნტის წყლების დონის მერყეობა) ზოგჯერ ღებულობენ მნიშვნელობებს, რომლებიც შეესატყვისება განმეორებადობის უფრო იშვიათ სიხშირეს, ვიდრე მიღებულია გაანგარიშებისას.

გზის აგებისას გარდაუვალია გადახრები კონსტრუქციების საპროექტო ზომებიდან, სამშენებლო სამუშაოების მიღების ტექნიკური წესების მიერ დაშვებულ ფარგლებში. გზის სამსახურის პროცესში ბევრი მასალა ძველდება და ცვდება, რაც აქვეითებს საგზაო სამოსის სიმტკიცეს. დორღი საგზაო სამოსელი კონსტრუქციულ შრეებში მრგვალდება და იმსხვრევა ავტომობილებისაგან, სამოსის მრავალგზისი დრეკადი ჩალუნეების შედეგად. სადრენაჟო და ყინვადამცავი შრეების ქვიშები თანდათან ილამება. ორგანული შემკვრელი მასალები ხდება მყიფე და კარგავს თავის შემკვრელ თვისებას.

ყველა ამ პროცესს აქვს ალბათური ხასიათი. დამპროექტებისას მას ითვალისწინებენ მუშაობის განუსაზღვრელობისა და დატვირთვების დინამიკურობის კოეფიციენტების შეტანით. მაგრამ ამ შემთხვევაში განიხილავენ გზის ცალკეულ ელემენტებს და არა გზის მუშაობის კომპლექსურ პირობებს. გათვალისწინებული ფაქტორებიდან თითოეულს არ აქვს ზუსტად განსაზღვრული მნიშვნელობა, მის სიდიდეს ღებულობენ გაანგარიშების დროს უზრუნველყოფის ხარისხით, რომელიც საკმაოდ მაღალია, მაგრამ მაინც ნაკლებია 100%, ვინაიდან ყველა, უკიდურესად იშვიათ ზემოქმედებების თანხვედნათა აღრიცხვა გამოიწვევდა გაცილებით მძლავრი კონსტრუქციების განხორციელების აუცილებლობას, შედარებით იმასთან, რომლებიც ამჟამად წარმატებით გამოიყენება ექსპლუატაციაში და გააძვირებდა მშენებლობას.

გზაზე სხვადასხვა სიდიდის დატვირთვებისა და ბუნებრივი ფაქტორების ზემოქმედების სიხშირის შეცვლა ექვემდებარება სტატისტიკური განაწილების სხვადასხვა კანონებს. ასე მაგალითად, მიწის ვაკის სიმტკიცის მერყეობა გზის

სიგრძეზე, ყველაზე კარგად არის აღწერილი β – განაწილებით, მძიმე დატვირთვების გამოჩენის ალბათობა – γ განაწილებით, საფარზე უსწორმასწორობათა წარმოშობა – ნორმალური განაწილებით და ასე შემდეგ.

ყველა ფაქტორის შეჯამებული ზემოქმედება გზაზე მრავალფაქტორიანი ალბათური პროცესია და გზის საიმედოობის ხარისხი მისი სამსახურის პერიოდში მუდამ განიცდის ცვლილებას.

ზემოქმედი ფაქტორების მაქსიმალური მნიშვნელობების არახელსაყრელი შეხამებისას, შესაძლებელია გზის ნორმალური ფუნქციონირების დარღვევა - მისი მტყუნება, ანუ მოშლა სისტემისა, რომელიც უზრუნველყოფს საავტომობილო გადაზიდვებს. მტყუნებათა სერიოზულობა და საფრთხის ხარისხი შეიძლება იყოს სხვადასხვა და იცვლებოდეს იმის გამო, რომ ავტომობილს არ შეუძლია მოძრაობის საანგარიშო სიჩქარით. მოძრაობის ინტენსიურობის მოულოდნელი გაზრდისას, საფარის სისწორის დაკარგვისას ნაბურცების გამო ან მოძრაობის სრულ შეწყვეტამდე ზემოქმედებას განიცდის საგზაო სამოსის დანგრევის გამო.

ასეთ მტყუნებათა არსებობის გარანტირება შეუძლებელია და ამიტომ გზის დაპროექტების დროს საჭიროა მუდამ ვეცადოთ ვიპოვოთ გადაწყვეტა, რომლებიც აკმაყოფილებს ჯამური დაყვანილი დანახარჯების მინიმუმს გზის სამსახური საანგარიშო პერიოდში მოცემული გამოსახულების უმცირესი მნიშვნელობის მიღწევით

$$C_{\text{ჯ.დ.ხ.}} = C_{\text{გზ.}} + C_{\text{სსშ}} + \sum_{i=1}^m (C_{\text{რემ.}} n_i) + C_{\text{ტრ.}} + C_{\text{კ.ე.}}, \quad (5.1)$$

სადაც $C_{\text{გზ.}}$ – გზის მშენებლობის ღირებულებაა $C_{\text{სსშ}}$ – საგზაო სატრანსპორტო შემთხვევებით გამოწვეული დანაკარგები, $C_{\text{რემ.}}$ – გზის ელემენტის რემონტის საშუალო ღირებულება დაზიანების შემდეგ, გამოწვეული გაანგარიშებებისას ამა თუ იმ გაუთვალისწინებელი ფაქტორის ზემოქმედებით, m – გზის ელემენტების რიცხვია, რომელთა დაზიანება იწვევს მოძრაობის შეფერხებას, n_i – შესაძლებელ მტყუნებათა რიცხვია საანგარიშო პერიოდის განმავლობაში, $C_{\text{ტრ.}}$ – ავტოსატრანსპორტო საწარმოების დანახარჯებია გადაზიდვებზე, $C_{\text{კ.ე.}}$ – ეროვნული ეკონომიკის არაპირდაპირი დანაკარგებია გზაზე მოძრაობის შესაძლებელი შეწყვეტისა და პირობების გაუარესების გამო. დამახასიათებელია, რომ გამოსახულების მარჯვენა ნაწილში შემაგალი თითოეული წევრის სიდიდე (5.1) დამოკიდებულია გზაზე სატრანსპორტო ნაკადის მოძრაობის უზრუნველყოფელ სიჩქარეზე. მაგრამ ამ

გამოსახულებათა ბევრი ფუნქციონალური დამოკიდებულებანი დასაზუსტებელია. ასევე დასაზუსტებელია ეროვნული ეკონომიკის არაპირდაპირი დანაკარგების შეფასების მეთოდика, მიუხედავად მათი მაქსიმალური სიდიდისა. უფრო დეტალურადაა გამოკვლეული საგზაო სამოსის საიმედოობის უზრუნველყოფის საკითხი.

ბევრ შემთხვევაში დამპროექტებელს აქვს საშუალება შეცვალოს ნაგებობათა ზომები ფართო ფარგლებში. მაგალითად, მიიღოს რა ყრილის მინიმალური ამადლების ნიშნულს არახელსაყრელი ჰიდროლოგიური პირობებისათვის და ანგარიშობს რა საგზაო სამოსს გრუნტის დრეკადობის მოდულის შემცირებულ სიდიდეზე იგი ფორმალურად იცავს ნორმატივებს მოთხოვნებს, მაგრამ ეს ქმნის გზის საფარის სისწორის დაკარგვის საფრთხეს წლის არახელსაყრელ პერიოდში ზედმეტი ტენიანობის ან ნაბურცების წარმოშობის დროს.

ამჟამად დამუშავებულია კომპიუტერებისათვის კომპლექსური პროგრამების სისტემები, რომლებიც უზრუნველყოფენ (5.1) განტოლების ამოხსნას დამპროექტებლის ამოცანაა: ორიენტირება აღნიშნული დამოკიდებულების იდეის დაკმაყოფილებაზე; სწრაფვა მიღებული გადაწყვეტილების ჰარმონიულობისაკენ; ცალკეულ ელემენტთა შესაძლო გაუარესების აცილება სხვა ელემენტების მოხვედრითი ეკონომიის ხარჯზე.

5.7. კომპიუტერული ტექნიკისა და პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენება საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების დაპროექტების დროს

საავტომობილო გზების და აეროდრომების დაპროექტება ვარიანტული პროცესია. თითოეული სამუშაოს შესრულებისას, დამპროექტებელი წინასწარ ადგენს რამდენიმე შესაძლო ვარიანტის ნახაზს. ადრე იგი გონებაში ან ქაღალდზე ახდენდა რამდენიმე შესაძლო გადაწყვეტის შედარებას. რამდენადაც უფრო გამოცდილი იყო დამპროექტებელი, მით უფრო ადვილი იყო მისთვის ოპტიმალური გადაწყვეტის პოვნა და მით უფრო მაღალი იყო მისი მიღების შესაძლებლობა. მაგრამ უმრავლეს შემთხვევაში, შედარებისათვის საჭირო გაანგარიშებანი ძალიან შრომატევადი იყო, გაანგარიშების რამდენიმე ვარიანტის შედეგების შედარებაც კი არ იძლეოდა საუკეთესო პასუხის მიღების გარანტიას. საჭირო იყო დამხმარე პერსონალი და დიდი დრო. დამახასიათებელ მაგალითია ფერდობის მდგრადობის კოეფიციენტის განსაზღვრა ცილინდრული ზედაპირის მეთოდის გამოყენებით, როდესაც სრიალის სიმრუდის ცენტრებისა და მათი რადიუსების განლაგების

მრავალრიცხოვანი შესაძლო ვარიანტები არსებობს და კომპიუტერული პროგრამების გამოყენების გარეშე არ შეიძლება ვიყოთ დარწმუნებული, რომ მდგრადობის კოეფიციენტების ნაპოვნი მნიშვნელობა ნამდვილად საუკეთესოა.

საინჟინრო ნაგებობათა გაანგარიშება ზუსტი მეთოდებით ხშირად ძალიან რთულია. ბევრი პროცესი, რომელიც გზის დაპროექტების დროს განიხილება გამარტივებულია, მაგალითად თბოგადაცემა მრავალშრიან საგზაო სამოსელში და მიწის ვაკისზე, ავტომობილის ან თვითმფრინავის მოძრაობა არასწორ საფარზე. სინამდვილეში ესენი გამოიხატება დიფერენციული განტოლებებით, რომლებიც არ ამოიხსნება საერთო წესით, მაგრამ ადვილად ამოიხსნება კომპიუტერებით საფინანსო პროგრამათა გამოყენებით. რთულ გაანგარიშებათა გარდა, საავტომობილო გზების და აეროდრომების პროექტების დამუშავების დროს სრულდება ერთნაირი, ტიპური გამოთვლითი სამუშაოების დიდი რიცხვი. მაგ. მიწის ვაკისის მოცულობათა, კალაპოტებისა და ფერდობების გამაგრების ფართობის განსაზღვრა და ასე შემდეგ. ყველა ეს გაანგარიშება მეტად შრომატევადია, მოგითხოვს დიდ დროს და ნაკლებად კვალიფიციური პერსონალის დიდ რაოდენობას. ადრე შეცდომებისაგან თავის დაზღვევის მიზნით მათ ასრულებდნენ ფაქტიურად ორჯერ, ავალებდნენ რა თითოეული შესრულებული გაანგარიშების შემოწმებას სხვა თანამშრომელს. ამჟამად საავტომობილო გზების და აეროდრომების დაპროექტების ყველა ეს თავისებური პრობლემა წარმატებითაა გადაჭრილი კომპიუტერული პროგრამების ფართო გამოყენებით.

საბაზრო ეკონომიკაზე გადასვლამდე სათავო საპროექტო ორგანიზაციათა მიერ დამუშავებული იყო პროგრამები, რომელთაგან თითოეულს დასჭირდა მაღალკვალიფიციურ სპეციალისტთა მნიშვნელოვანი შრომის დახარჯვა. ამ პროგრამებს იყენებდნენ მცირე საპროექტო ორგანიზაციებიც, რომლებიც გამოთვლით ცენტრებში იჯარით იღებენ სამანქანო დროს. საბაზრო ეკონომიკაზე გადასვლის შემდეგ ხელმისაწვდომი გახდა მაღალმწარმოებლური კომპიუტერული ტექნიკა და პროგრამული უზრუნველყოფის საერთაშორისო ბაზარი სადაც შესაძლებელია საუკეთესო თანამედროვე პროგრამების შესყიდვა და მის შედეგად დაპროექტების ხარისხის მკვეთრი ამაღლება, მისი ვადების ადრე წარმოუდგენელი შემცირება.

კომპიუტერების გამოყენებით პროექტირებისას მილიონობით არითმეტიკულ მოქმედებათა ერთ წამში შესრულების გამო შესაძლებელი ხდება ამოიხსნას სხვადასხვა სახის ამოცანები მათში შეტანილი კოდირებული მართვის პროგრამების შესაბამისად. ისინი განსაზღვრავენ ჩასატარებელ ოპერაციათა

მიმდევრობას. ამასთან ერთად იმახსოვრებენ აუცილებელ საწყის მოცულობათა ძალიან დიდ რაოდენობას, მეხსიერებაში ინახავენ შუალედურ გამოთვლებს და იყენებენ მათ საჭიროებისდა მიხედვით.

კომპიუტერებზე გამოთვლითი პროგრამების გარდა ბოლო წლებში ფართოდ გავრცელდა კომპიუტერული გრაფიკის სპეციალური პროგრამები, რომლებიც გამოიყენება ნახაზების გამოსახაზავად, ერთნაირ, მაგრამ დიდი რაოდენობის გაანგარიშებათა ჩასატარებლად და ა.შ. ისინი დაპროექტების პროცესის თითქმის სრული ავტომატიზაციის საშუალებას იძლევა.

ელექტრონულ-გამომთვლელი მანქანების ეს თავისებურებანი იძლევა დაპროექტების ვარიანტულობისა და ოპტიმალურ გადაწყვეტათა მოძებნის შესაძლებლობას. ზოგ შემთხვევაში ოპტიმალური ვარიანტის ძებნა, რომელიც აკმაყოფილებს პროგრამით გათვალისწინებულ შედარებათა კრიტერიუმს, ხორციელდება თვით კომპიუტერით.

სხვა შემთხვევაში, მიღებული გადაწყვეტის შეფასების გზით დამპროექტებული ცვლის საწყის მონაცემებს, ცდილობს რა მიაღწიოს გადაწყვეტილების გაუმჯობესებას იმ მოსაზრებათა გათვალისწინებით, რომლებიც პროგრამაში შეტანილი ოპტიმალურობის კრიტერიუმის დამატებას წარმოადგენს.

მაგრამ კომპიუტერების როლის მაღალი შეფასებისას არ უნდა დავივიწყოთ, რომ ისინი ასრულებენ მხოლოდ და მხოლოდ მათთვის შედგენილ პროგრამას-აღგორითმს, რომელიც მიუთითებს ზუსტად დადგენილ მოქმედებათა რიგზე.

კომპიუტერების გამოყენების შედეგად ბოლო წლებში მნიშვნელოვნად შემცირდა პროექტზე მომუშავე სპეციალისტთა და დამხმარე პერსონალის რიცხვი, დაჩქარდა გაანგარიშებათა შესრულება, მაგრამ კომპიუტერი ვერ შეცვლის მაღალკვალიფიციურ სპეციალისტს პროექტის ხარისხის გაუმჯობესების საშუალებათა ძებნაში. მანქანას არ შეუძლია იაზროვნოს ინჟინრის ნაცვლად. მისი შესაძლებლობის ფარგლებშია მხოლოდ მრავალი ვარიანტის განხილვით გარკვეულად აამაღლოს პროექტების ხარისხი, თუმცა იმავდროულად მნიშვნელოვნად ამცირებს შესრულების ვადებსა და ღირებულებას. გამომთვლელი მანქანის დახმარებით შესრულებული ამოცანათა არეების გაფართოება და გაანგარიშების სიზუსტის ამაღლება პირველ რიგში დამოკიდებულია გზების და აეროდრომების დაპროექტების თეორიის განვითარებაზე, მათი მშენებელი სპეციალისტების ტექნიკური დონის ამაღლებაზე და მათ მიერ მათი პროექტის მიხედვით აგებული ობიექტების ექსპლუატაციის პირობების გაანალიზებაზე.

ამჟამად, საპროექტო ორგანიზაციები თავიანთ პრაქტიკაში ყველა გაანგარიშებებს ასრულებენ ელექტრონულ-გამომთვლელ მანქანებზე.

დამუშავებული პროგრამების დიდი რიცხვიდან ყველაზე დიდი გამოყენება აქვს ტრასის გეგმის ელემენტების (სწორი, წრიული და გარდამავალი მრუდების), ურთიერთშეხამების პროგრამებს, დამპროექტებლის მიერ დასმული საკონტროლო წერტილების მიხედვით; საპროექტო ხაზის გავლებას, რომელიც აკმაყოფილებს ვარიანტების შეფასების მოცემულ კრიტერიუმს ტრასის ფიქსირებული მდებარეობის დროს, ფერდობიან უბნებში გრძივი და განივი პროფილების, მუშა ნიშნულების გამოთვლას. ვირაჟისა და გარდამავალი მრუდების დაკვალვისათვის კოორდინატების გამოთვლას, სამუშაოთა მოცულობის განსაზღვრას; საგზაო სამოსის კონსტრუქციული შრეების სისქის გაანგარიშებას ყველაზე ეკონომიური ვარიანტის შერჩევით; სუსტი ფუძეების მქონე მიწის ვაკის მდგრადობის შემოწმებას; ხელოვნურ ნაგებობათა ხერცების გაანგარიშებას და ა.შ.

საავტომობილო გზის ტრასის სიმდოვრისადმი და მისი გრემომცველ ლანდშაფტთან ჰარმონიულ შეხამებისადმი მაღალი მოთხოვნების წაყენების გამო სპეციალური პროგრამებით იქმნება გავრცელებულია გზის უბნების პერსპექტიული გამოსახულების ფილმები, რომლებიც მძღოლის, ან მგზავრის თვალთახედვიდან ან ჩიტის ფრენის სიმაღლიდან გვიჩვენებს მომავალი გზის ხედს გაფორმების დეტალების ჩათვლით.

საავტომობილო გზების და აეროდრომების ავტომატიზირებული დაპროექტების ერთიანი სისტემის შემდეგი გაუმჯობესებისა და ურთიერთშეთანხმებული პროგრამების კომპლექსის შექმნისათვის მოწინავე ქვეყნებში მუდმივ და ინტენსიური მუშაობა წარმოებს. იგი მოიცავს საპროექტო სამუშაოების ყველა სახეს დაწყებული – ტრასის გაყვანიდან ელექტრონულ ტოპოგრაფიულ ფუძეზე ხარჯთაღრიცხვისა და სამუშაოთა ორგანიზაციის პროექტის შედგენამდე.

თავი 6. საავტომობილო გზებისა და ამროდრომების ძიება

6.1. საძიებო პარტიის მუშაობის ორგანიზაცია

საპროექტო-საძიებო სამუშაოების შესასრულებლად საპროექტო ორგანიზაციები შემკვეთებისაგან ღებულობენ დავალებებს, რომლებშიც მითითებულია აეროპორტის ადგილმდებარეობა, ან მითითებულია პუნქტები, სადაც უნდა გაიაროს დასაპროექტებელმა გზამ, მისი მიახლოებითი სიგრძე და კატეგორია, პროექტიის წარდგენის ვადები. საპროექტო და საძიებო სამუშაოთა ღირებულებას ადგენენ საპროექტო დავალების საფუძველზე სახელმწიფოს მიერ ეკონომიკურ ურთიერთობათა მკაცრად რეგულირების პირობებში სამუშაოთა ღირებულებას განსაზღვრავდნენ „საპროექტო და საძიებო სამუშაოთა ღირებულების“ დამტკიცებული კრებული მისედვით. თავისუფალი ეკონომიკური ურთიერთობის, ე.წ. საბაზრო ეკონომიკის პირობებში ღირებულების განსაზღვრა ხდება სამუშაოთა შესრულების ღირებულების შესაძლო მინიმუმიდან გამომდინარე, ობიექტის აშენების სავარაუდო ფასიდან აღებული პროცენტის (ჩვეულებრივ 1–5%) და ტენდერში მონაწილე კონკურენტი ფირმების შესაძლო გადაწყვეტილებათა გათვალისწინებით. რაც უფრო რთულია დასაპროექტებელი ობიექტის ბუნებრივი პირობები მით მეტია დაპროექტების ღირებულება, რაც უფრო დიდი მოცულობისაა მით უფრო მცირეა მისი პროექტის შესრულების 1კმ-ზე დაყვანილი ღირებულება.

საავტომობილო გზებზე დიდი სიგრძის მარშრუტების ძიებისას ტრასას ყოფენ 25–100 კმ სიგრძის უბნებად რელიეფის სირთულისა და გეოლოგიური აღნაგობის მიხედვით, მთელი მარშრუტის ძიებაში პარტიების შეკავშირების ადგილებს, ნიშნავენ იქ, სადაც ტრასას ვარიანტები არა აქვს დასახლებულ პუნქტებთან ახლოს ან სახიფათო გადასასვლელებთან.

თითოეული უბნის ძიებას ავალებენ ერთ საძიებო პარტიას, ხოლო დიდ მდინარეებზე გადასასვლელებს სპეციალურ პარტიას.

ერთ მარშრუტზე მუშაობისას რამდენიმე პარტიის, აერთიანებენ ექსპედიციად, რომელსაც ხელმძღვანელობს ექსპედიციის უფროსი, იგი ახორციელებს საერთო ხელმძღვანელობას და მათი საქმიანობის კოორდინაციას, ამტკიცებს ამორჩეულ ტრასას, კონტროლს უწევს გადასადებ ამუშაოთა ხარისხს და ადგილზე წყვეტს საძიებო პარტიების უფროსების წინაშე წამოჭრილ საკითხებს.

ექსპედიციის შტატში ჩვეულებრივ შედიან აგრეთვე მთავარი ინჟინერი (ექსპედიციის უფროსის მოადგილე), რომელიც არის გზის კომპლექსური პროექტის ავტორი, ხელოვნურ ნაგებობათა ინჟინერი და გეოლოგი. ისინი არიან ექსპედიციის

უფროსის თანაშემწეები რიგი საკითხების გადაწყვეტაში, მათ გარდა, არიან საძიებო პარტიის უფროსის თანაშემწე სამეურნეო ნაწილში, ბუღალტერი, მეკუჭნავე, ლაბორანტები და ა.შ. ექსპედიციის ხელმძღვანელები რეგულარულად ნახულობენ საძიებო პარტიებს, ამოწმებენ მუშაობის ხარისხს და ეხმარებიან მათ რთული საკითხების გადაწყვეტაში.

საცხოვრებელი ადგილებიდან დიდი მანძილით დაშორებულ უბნებში მუშაობისას, საველე ქვედანაყოფების ხელმძღვანელებისათვის შეიძლება პორტატული მიმღებ-გადამცემი რადიოსადგურების გამოყენება რადიოსატელეფონო მოლაპარაკებას აწარმოებენ განსაზღვრულ საათებში, კავშირგაბმულობის სამინისტროს შესაბამის ქვედანაყოფებთან შეთანხმებით. თუ აღნიშნულ ტერიტორიაზე მოქმედებს ფიჭური სატელეფონო კავშირი რადიოსადგურების გამოყენება საჭირო აღარაა.

საძიებო პარტიების შემადგენლობა დამოკიდებულია ტრასის გაყვანის რაიონის ბუნებრივი და კლიმატური პირობების სირთულეზე. ზოგჯერ პარტია იყოფა რამდენიმე ჯგუფად – საგზაო ან გეოლოგიურ რაზმებად.

საძიებო პარტიას, რომელიც მუშაობს დასერილი ან უფრო რთული სამთო რელიეფის პირობებში, შედგება შემდეგი საშტატო ერთეულისაგან: პარტიის უფროსი და მისი თანაშემწე (პროექტის მთავარი ინჟინერი); ინჟინერ-გეოლოგი და მეგზევე ინჟინერი; უფროსი ტექნიკოს-მეპიკეტაჟე; ტოპოგრაფიულ და ჰიდროლიგურ გადაღებათა მენიველირე; ბურღვის ოსტატი, მძღოლი, სამნეო ნაწილის გამგე, ათისთავი და მუშები. ადრე ოპტიკურ-მექანიკური გეოდეზური საზომი ხელსაწყოების გამოყენების პერიოდში საჭირო იყო მუშების დიდი რაოდენობა 25–30 კაცი. დღეს გამოთვლელი ხელსაწყოებით აღჭურვილი და სატელიტურ სისტემასთან პირდაპირი კავშირის მქონე გეოდეზიური ინსტრუმენტების გამოყენების პირობებში მუშათა რიცხვი არ აღემატება 5–6 კაცს.

მუშათა დამატებითი რიცხვია საჭირო ტყიან ადგილებში ზოლების გასაკაფავად, დიდი ჭაობების გამოსაკვლევად და ასევე სპეციალური სახის სამუშაოების შესასრულებლად, როგორიც არის სახიდო გადასასვლელების გადაღება, გეოფიზიკური მეთოდებით დაზვერვა, მეწყერიანი უბნების გამოკვლევა და ა.შ. საძიებო პარტიის ადგილზე სამუშაოდ გასვლამდე საჭიროა შედგენილ იქნას გეგმა და სამუშაოთა კალენდარული გრაფიკი. თანამშრომლებს შორის ზუსტად უნდა გადაწყდეს საძიებო პარტიის უზრუნველყოფის საკითხი სამუშაო ძალითა და სატრანსპორტო საშუალებებით.

ყველა გეოდეზიური და ჰიდრომეტრიული ხელსაწყო გეოლოგიური მოწყობილობა, კავშირგაბმულობის საშუალებები და ფოტომოწყობილობანი უნდა იყოს გულმოდგინედ დათვალიერებული და შემოწმებული.

პარტია უნდა იყოს მომარაგებული ხელსაწყოებითა და სამგზავრო ინვენტარით, პორტატული კომპიუტერებით, ე.წ. „ნოუტბუკებით“ და მისი აქსესუარებით, უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ინტერნეტკავშირით, აგრეთვე სახაზავი და საკანცელარიო ნივთებით, ქაღალდით, უწყისებითა და ბლანკებით. საველე დავთრებით (ჟურნალებით) ინსტრუქციათა კომპლექტებით, ცხრილებითა და ცნობარებით. საძიებო პარტიის უფროსს უნდა ჰქონდეს გეოდეზიურ და საინჟინრო-გეოლოგიურ გადაღებათა სამუშაოების წარმოების, ტყეში გასაყვანი ზოლის გაკაფვის და არსებული ხიდების გამოკვლევის უფლების მომცემი საბუთები. ასევე საბუთები რომლებიც უზრუნველყოფენ ადგილობრივი ორგანიზაციების მხრიდან ხელის შეწყობას. პარტიის უფროსს ეძლევა ზუსტი დავალება ძიების წარმოებისათვის.

საველე სამუშაოებზე გასვლამდე პარტიის შემადგენლობამ უნდა შეისწავლოს ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებათა მასალები. შეგროვილი და შესწავლილ უნდა იქნას კარტოგრაფიული, ლიტერატურული და საცნობარო მასალები საძიებო რაიონის ფარგლებში. ამავე პერიოდში რელიეფის, სატელიტური გამოსახულებების და რუკების მიხედვით არსებული სიტუაციის გათვალისწინებით საჭიროა დაზუსტდეს ტრასის მიმართულება, რომელიც პრინციპში ადრე იყო დასახული ტექნიკურ-ეკონომიკურ დასაბუთებაში.

ადგენენ გზის მდებარეობის განმსაზღვრელ საკონტროლო წერტილებს – დიდი წყალსადინარების, უმაღლესი კატეგორიის საავტომობილო გზებისა და რკინიგზების გადაკვეთის ადგილებს, დასახლებულ პუნქტებთან მიახლოების ან მათზე გავლის უბნებს, მოხვევის მთავარი კუთხეების განლაგებას. ამასთან არ ითვალისწინებენ რელიეფის უმნიშვნელო წერილმანებს.

ზოგადად შერჩეული ტრასის მიმართულებას დეტალურად სწავლობენ ადგილის სატელიტური გამოსახულების ან მსხვილი მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკების დახმარებით ჰორიზონტალებით და ადგილის ამსახველი დაწვრილებითი სიტუაციით.

რუკების გამოყენებისას საჭიროა ყურადღება მივაქციოთ მათი გადაღების წელს, ვინაიდან რამდენიმე ათწლეულში შეიძლება მოხდეს ადგილის მკვეთრი ცვლილება – დასახლებული პუნქტები იზრდება, ჩნდება ახალი სამრეწველო საწარმოები, აგებენ რკინიგზებს, გაჰყავთ გაზსადენები და ელექტროგადამცემის ხაზები. მისი არგათვალისწინება კი შემდგომში იწვევს შერჩეული ტრასის მიმართულების შეცვლას კამერულ პრობებში.

რუკაზე ტრასირების საწყის ეტაპზე პროცესში აღნიშნავენ ადგილებს რომელთა განსაკუთრებული დეტალური გამოკვლევა აუცილებელია ადგილზე.

ტრასირების პროცესში გეგმაში გზის მდებარეობის განსაზღვრისას საჭიროა იმავდროულად მოხდეს გრძივი პროფილის გაანალიზება, რომელიც შეესაბამება გეგმის ყველა უბანს, გეგმაში რადიუსებისა და გრძივი ქანობების კარგი შესაბამისა და ტრასის სივრცითი სიმდოვრის უზრუნველყოფის თვალსაზრისით.

საძიებო რაიონის წინასწარი გულმოდგინე შესწავლა საშუალებას იძლევა სწორად შეფასდეს მომავალი საველე სამუშაოების მოცულობა და მათი სირთულე, დასახული იქნას ძიების ჩატარების წესი და განსაზღვრული იქნას საძიებო პარტიის საჭირო შემადგენლობა და აღჭურვილობა.

თანამედროვე საძიებო პარტიის მუშაობისათვის აუცილებელ აღჭურვილობათა სია მეტად დიდია. მასში შედის გეოდეზიური ხელსაწყოები, ჰიდრომეტრიული აღჭურვილობა, საინჟინრო-გეოლოგიური სამუშაოებისათვის საჭირო ხელსაწყოები და მექანიზმები (საბურღი დაზგები) სატრანსპორტო საშუალებები და აღჭურვილობა, ბანაკისა და სამეურნეო აღჭურვილობა (კარვები, საველე საწოლები, საძილე ტომრები, გადასატანი რკინის ღუმელები წლის ცივ პერიოდში მუშაობის დროს) სამზარეულო და სასადილო ჭურჭელი, სპეცტანსაცმელი, პორტატული, პერსონალური კომპიუტერები, ვიდეო და ფოტოაპარატურა, მობილური კავშირგაბმულობის საშუალებანი, სახაზავი და საკანცელარიო კუთვნილებანი, მედიკამენტები და კულტივენტარი. მცირე დასახლებულ და შორეულ რაიონებში მუშაობისას პარტიას ამარაგებენ პორტატული ელექტროგენერატორებით, საწვავის მარაგით, სანადირო იარაღითა და მიმღებ გადამცემი სადგურებით რადიოსატელეფონო ლაპარაკებისათვის. შორეულ რაიონებში მომუშავე პარტიის სურსათითა და სამარაგო ქონების შენახვის უზრუნველყოფისათვის აწყოვენ ექსპედიციის ბაზებს, საძიებო ექსპედიციის მოთხოვნილებათა უზრუნველყოფისათვის მთელი სამუშაო პერიოდის განმავლობაში.

სატრანსპორტო საშუალებებს (გადიდებული გამავლობის ავტომობილებს, მუხლუხა ყველგანმავლებს, ძრავიან კატარღებსა და ნაგებს, ვერტმფრენებს, საპალნე პირუტყვს) ჩვეულებრივ წინასწარ იჯარით იღებენ საძიებო რაიონის სპეციალიზირებულ ადგილობრივ ორგანიზაციებში. მცირე სატრანსპორტო სამუშაოებისათვის – ხელსაწყოების, მასალების სურსათის გადასაზიდად, ხოლო თანამშრომლების გადასაყვანად იყენებენ საზიდარებს ან საპალნე პირუტყვს (ცხენებს, აქლემებს, სახედრებს).

საველე ძიებებს აქვთ ძალიან დიდი მნიშვნელობა, მაშინაც კი როდესაც დაპროექტება ხდება თანამგზავრული სურათების მასალათა საფუძველზე. ადგილის დეტალური დათვალიერება საშუალებას იძლევა არსებითად შეივსოს

საპროექტო გადაწყვეტათა დასაბუთებულობა მიწის ვაკისის ჰიდროლოგიური პირობების შეფასებისა და წყალსარინის სისტემის დაპროექტების ნაწილში.

თანამგზავრული და ელექტრონული სისტემების ფართო შესაძლებლობანი არსებითად აადვილებენ მაძიებელთა მუშაობას და ხელს უწყობენ ტრასის საუკეთესო ვარიანტის შერჩევაში, მიუხედავად ამისა საველე ძიებების საჭიროება სავსებით მაინც არაა გამორიცხული.

ადგილის გამოკვლევისას მიღებული დამატებით მონაცემთა საფუძველზე საპროექტო გადაწყვეტათა ნებისმიერი გაუმჯობესება მნიშვნელოვნად ამცირებს გზის ასაშენებლად საჭირო ხარჯებს.

პროექტების მაღალხარისხოვანი დამუშავებისათვის აუცილებელ პირობაა საველე მასალების სისრულე და საიმედოობა, ამიტომ ყველა საველე გადაღებათა გეოდეზიურ, ნიადაგის, გრუნტის და სხვა მასალები უნდა დამუშავდეს მანამ, სანამ საძიებო პარტიები იმყოფებიან სამუშაო ადგილთან ახლოს. ეს საშუალებას გვაძლევს შეცდომის გამომჟღავნების შემთხვევაში ჩავატაროთ შესამოწმებელი გაზომვები.

გეოდეზიურ გაზომვათა ტრადიციული ხერხით ჩატარებისას ყველა დავთარი (კუთხსაზომი, პიკეტაჟური, ნიველირების, ტახომეტრული და სხვა) უნდა დამუშავდეს გადაღების დღეს, საღამოს. გეოდეზიურ სამუშაოთა ელექტრონული, კომპიუტერული ხელსაწყოებით ჩატარებისას შედეგების დამუშავება შესაძლებელია მოგვიანებით, მაგრამ გაზომვათა პარალელურად ჩატარებული ვიდეო ფოტოგადაღების მასალების გამოყენება, რომლებიც სპეციალურ დავთარშია დაფიქსირებული მიბმული უნდა იყოს პიკეტაჟთან აღნიშნული თავისებურებების ახსნით. მონიტორის ეკრანზე გამოსახავენ ტრასის გეგმას, გრძივ და განივ პროფილებს ცალკეული რთული ადგილების გეგმას, არსებულ ხელოვნურ ნაგებობათა სქემებს. შემდეგ ადგენენ მრუდეებს, სწორეების, მოხვევის კუთხეების, რეპერების უწყისებს. გრძივ პროფილზე შავად ავლებენ საპროექტო ხაზს და ამოწმებენ, ხომ არ არის გადამეტებული დასაშვები გრძივი ქანობები და უზრუნველყოფილია თუ არა მოთხოვნები წყალსარინის მიმართ.

საძიებო პარტიამ უნდა შეაგროვოს აგრეთვე მასალები, რომლებიც საჭიროა პროექტში „შენებლობის ორგანიზაციის“ ნაწილის დამუშავებისათვის. ამასთან უნდა იყოს გამორკვეული შემდეგი საკითხები:

დასახლებული პუნქტების რაიონში სამშენებლო ორგანიზაციის ქვედანაყოფების განლაგების შესაძლებლობანი, ელექტროენერგიის მიღების შესაძლებლობა და ელექტროქსელთან შეერთების პირობები;

სათბობი და საპოხი-საზეთი მასალების საწყობების განლაგება;

ახლომდებარე რკინიგზის სადგურებთან მასობრივი სამშენებლო ტვირთის მიღების პუნქტების მოწყობის შესაძლებლობანი.

მოედნის არსებობა დროებითი აეროდრომის ან ავტობაზების მოწყობისათვის, ასფალტბეტონის, ცემენტბეტონის, რკინაბეტონის კონსტრუქციების ქარხნების განლაგებისათვის. მათი წყლით უზრუნველყოფის შესაძლებლობა, სამშენებლო სეზონის თავისებურებანი და ასე შემდეგ.

საძიებო პარტიის ნაყოფიერი მუშაობა ბევრად განისაზღვრება მისი კოლექტივის ერთსულოვნებით და მასში ჯანსაღი ფსიქოლოგიური კლიმატით.

პარტიის ხელმძღვანელმა დრო უნდა დაუთმოს ტექნიკურ სწავლებას, მოაწესრიგოს ტექნიკური პერსონალისა და მუშების ყოფითი პირობები.

შორეულ ადგილებში ყოფნისას საძიებო პარტიას უნდა ჰქონდეს კავშირი ადგილობრივ ხელისუფლების წარმომადგენლებთან.

პარტიის საძიებო რაიონებიდან გასვლა მიზანშეწონილია მხოლოდ შეგროვილი მასალების დამუშავებისათვის ყველა კამერული სამუშაოს შესრულების შემდეგ. მათ სიზუსტეში, სისწორეში და საკმარისობაში სრული დარწმუნების შემდეგ.

საველე სამუშაოების დამთავრების შემდეგ ტრასას და ძიების დროს შეგროვილ მასალებს ღებულობს პროექტის შემკვეთი ორგანიზაციის წარმომადგენლებისგან შემდგარი კომისია.

კომისიას აქვს უფლება მოითხოვოს ტრასის ცალკეული უბნების შეცვლა და დამატებითი მასალების შეგროვება.

ძიებიდან დაბრუნების შემდეგ პარტია წარადგენს მასალებს, რომლებიც იძლევა გზის გაყვანის დახასიათებას:

ტოპოგრაფიულ რუკას ტრასის ვარიანტებისა და კარიერების ადგილმდებარეობის მითითებით;

ტრასის დეტალურ გეგმას მასშტაბში 1:10000 (მთავორიანი ადგილებისათვის 1:5000) და ცალკეული რთული ადგილების გეგმას მასშტაბში 1:5000 – 1:2000; ადგილის გრძივ პროფილს და განივ პროფილების დამახასიათებელ ადგილებში, ხელოვნურ ნაგებობათა ხერცების გაანგარიშებებს და არსებული ხიდებისა და მილების სქემებს, საგზაო-სამშენებლო მასალათა საბადოების ძებნის მონაცემებს, ტრასის შერჩეული მიმართულების შეთანხმებათა რუქას, საველე ჟურნალებს და განმარტებით ბარათს. პარალელურად უნდა იყოს წარმოდგენილი ყველა ამ მასალების ელექტრონული ვერსიებიც.

6.2. ტრასის გაყვანა ადგილზე

ამჟამად, კარტოგრაფიული მასალებით უზრუნველყოფა და სატელიტური სურათების გამოყენების შესაძლებლობა საშუალებას გვაძლევს მსოფლიოს ნებისმიერ რაიონში საკმაოდ დაწვრილებით დავსახოთ გზის ტრასა მსხვილმასშტაბიან რუკაზე დაპროექტების კამერალურ ეტაპზე. შევარჩიოთ გზის ყველაზე მიზანშეწონილი ვარიანტი, რომელიც ძიების დროს გადაიტანება ადგილზე, მასში შედარებით მცირე ცვლილებების შეტანით.

კამერულ პირობებში დასახული ვარიანტები შეიძლება, წინასწარ ველზე გადასვლამდე შეთანხმებულ იქნას დაინტერესებულ ორგანიზაციებთან.

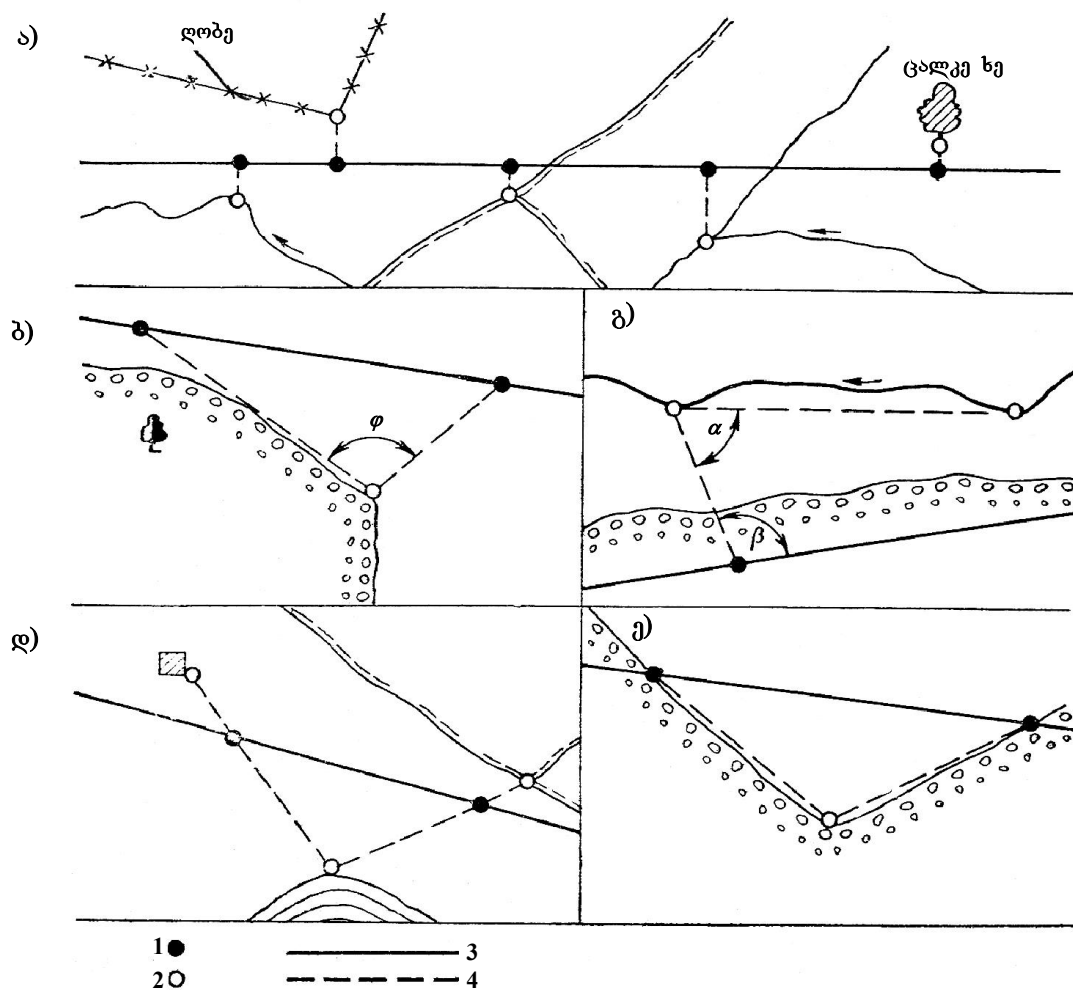
ბევრ შემთხვევაში, მსხვილმასშტაბიანი რუკების მაგიერ თანამგზავრული სურათების ან ინტერნეტიდან თანამგზავრული სისტემებით განხორციელებული უშუალო დაკვირვების საფუძველზე შეიძლება საკმაოდ ზუსტად შეფასდეს რელიეფის პირობები და დაისახოს ტრასის გაყვანის ვარიანტები, რომელთა ადგილზე შერჩევა ზოგჯერ პრაქტიკულად შეუძლებელია. ვინაიდან ხილვადობა შეზღუდულია რელიეფის ელემენტებით, მცენარეულობითა და შენობებით.

ტრასის გაყვანა ადგილზე საბოლოო ძიების აუცილებელ ელემენტია სამუშაო ნახაზის შედგენისა და ტრასის აღდგენისათვის მშენებლობის დაწყებამდე. ტრასის გაყვანას ადგილზე იწყებენ საველე გამოკვლევებით-რეკონისცირებით (დაზვერვით), რომელსაც ასრულებს პარტიის უფროსი, ან მისი მოადგილე და ინჟინერ-გეოლოგი. ისინი რუკაზე ან თანამგზავრული სურათების მიხედვით შერჩეული მიმართულებით გადიან ადგილზე და აფასებენ კამერულ პირობებში დასახულ გადაწყვეტებს.

განსაკუთრებით ყურადღება ეთმობა მომავალი გზის შეერთებებს დასახლებულ პუნქტებთან ან არსებულ გზებთან, დასახლებულ პუნქტებში გავლის მიზანშეწონილობას; სახავენ ხრამებზე და წყალსადინარებზე გადასვლის ზუსტ მდებარეობას, აფასებენ ადგილის ჰიდროლოგიურ პირობებს და ფერდობების მდგრადობას, შურფებით ადგენენ გრუნტების ტიპს. ინჟინერი, რომელიც ატარებს რეკონგოსცირებას, ერთდროულად სახავს შემდგომ გეოლოგიურ და საინჟინრო-გეოლოგიურ გადაღებათა ადგილებსა და სახეებს. საჭიროების შემთხვევაში, რეკონგოსცირებასთან ერთად ატარებენ უმარტივეს ინსტრუმენტულ გადაღებებს. ჩვეულებრივ ეს საჭირო ხდება მოკლე, მეორეხარისხოვანი მისასვლელი გზების ძიების დროს, საძიებო სამუშაოების შესრულებისას რაიონებში, როდესაც არ გააჩნიათ საკმაოდ მსხვილი მასშტაბის ტოპოგრაფიული რუკები, ჭაობზე გადასვლის ან ძვირფასი სარწყავი მიწების გადაკვეთის ხელსაყრელი ადგილის

შერჩევისათვის, ტრასის განვითარებით ციცაბო ფერდობებზე და სხვა ანალოგიურ შემთხვევებში, როდესაც სასურველია უფრო ზუსტად დაისახოს ტრასის მდებარეობა შემდეგი ზუსტი გეოდეზიური გადაღებებისათვის.

ტრასის გაყვანას იწყებენ რუკაზე დასახული საკონტროლო წერტილების (კუთხეების წვეროების, სწორ უბნებზე შუალედური წერტილებით) მოძებნით, რომლებიც აფიქსირებენ ტრასის მდებარეობას და ცნობილი მანძილით არიან დაშორებული ადგილზე კარგად გამოყოფილი ორიენტირებიდან: გზების გადაკვეთებიდან, წყალსადენების სათავეებიდან, ველებზე ხეების ჯგუფიდან, ქვის ნაგებობებიდან, ტყის საზღვრებიდან, ტყიანი ველებიდან, მდინარეებისა და ტბების დამახასიათებელი მოსახვევებიდან და სხვა (ნახ. 6.1).



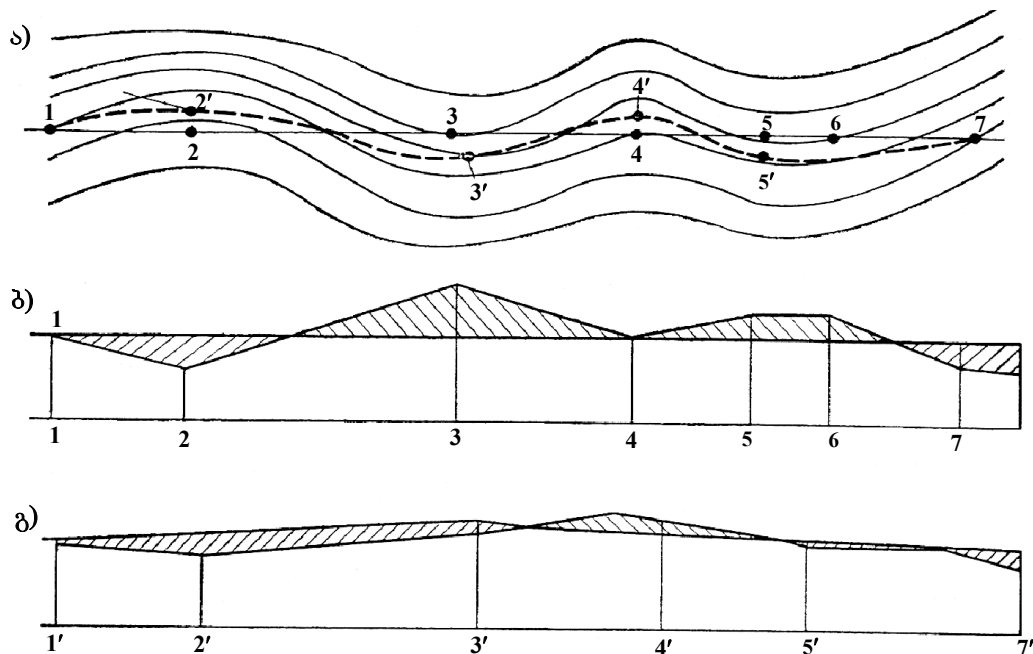
ნახ. 6.1. ტრასის ადგილზე გადატანის გეგმა.

ა - გამოსაცნობი წერტილი ტრასის მახლობლად; ბ, გ - ამოსაცნობი წერტილები გეოდეზიური ინსტრუმენტებით ტრასის დასამაგრებლად, დ - ამოსაცნობი წერტილების შემაერთებელი ხაზის კვეთა ტრასით; ე - ამოსაცნობი წერტილები განლაგებულია ტრასით გადაკვეთილ კონტურებზე.

1 - წერტილი ტრასაზე; 2 - ამოსაცნობი წერტილი; 3 - ტრასა; 4 - ტრასის დასადგენი დამხმარე ხაზი.

სასურველია, რომ გამოტანის სიგრძე არ აღემატებოდეს რამდენიმე ათეულ მეტრს. საკონტროლო წერტილებს შორის ავლებენ წრფეებს, სარგებლობენ რა დახურულ ადგილებზე მათი რუბებიით (რომლებიც აღებულია რუკიდან ან თანამგზავრული სურათებიდან) და მოხვევის კუთხეებით. ამასთან შესწორება შეაქვთ მოცემული ადგილისათვის მაგნიტური ისრის დახრილობაზე. ტრასის ზუსტი საბოლოო მდებარეობის მიღება ადგილზე პირველი ცდით შესაძლებელია მხოლოდ გაშლილ ველზე, სუსტად გამოსახული რელიეფით.

ბორცვიანი და მით უმეტეს მთაგორიანი რელიეფის შემთხვევაში, საავტომობილო გზას ტრასის უმნიშვნელო გადანაცვლებაც კი გვერდზე იწვევს საპროექტო გადაწყვეტათა ძლიერ შეცვლას – ყრილის ნაცვლად შეიძლება საჭირო იყოს ფერდობზე ჭრილის მოწყობა. ამიტომ, ადგილზე თავდაპირველად გაჰყავთ მაგისტრალური სავალი ხაზი, რომელიც გზას დაახლოებით ემთხვევა და მასზე დაყრდნობით იღებენ გზისპირა ზოლის გეგმას ჰორიზონტალებში, რომლის მიხედვით პოულობენ ტრასის საბოლოო მდებარეობას. მაგისტრალური სვლა ჩვეულებრივ კვეთს შვერილებსა და დარტაფებს ფერდობებზე. მაგისტრალურ სვლაზე მიწის ვაკისის დაპროექტებისას გარდაუვალია დიდი ყრილებისა და ჭრილების მოწყობა, მაგრამ გეგმაში მცირე კლაკნილების შეყვანა და მისი ჩაწერა რელიეფში ლანდშაფტური დაპროექტების პრინციპების შესაბამისად (ნახ. 6.2) თავიდან აგვაცილებს დიდ მუშა ნიშნულებს.



ნახ. 6.2. ტრასის გაყვანა ფერდობზე.

ა – გზისპირა ზოლის გეგმა ჰორიზონტალებში; ბ – გრძივი პროფილი მაგისტრალური სვლის გასწვრივ; გ – გრძივი პროფილი რელიეფში ჩაწერილი ტრასის გასწვრივ.

გარდა ამისა, მიწის სამუშაოთა დიდი მოცულობა შეიძლება იყოს საჭირო მაგისტრალის მოხვევის კუთხეებში მრუდების ჩაწერის უბნებში და ტრასის სიგრძის შემცირებისას მაგისტრალურ სვლასთან შედარებით. ამიტომ მოხვევის კუთხეებში შემოწმებული უნდა იყოს მრუდის განლაგება ადგილზე ტანგენსებისა და ბისექტრისის გამოტანით, ზოგიერთ შემთხვევაში კი, მრუდზე შუალედური წერტილების გამოტანით.

დიდი რადიუსის მრუდების გეგმაში ჩაწერისას (ხრამების წვეროების შენობების, მდინარეების მოსახვევების) რაიმე დაბრკოლებების არსებობის დროს, საჭიროა ტრასის შესაბამისი შეცვლის შესაძლებლობის გაანალიზება, რათა უზრუნველყოფილ იქნას დიდი რადიუსის მქონე მრუდის განლაგება.

მინიმალური რადიუსის მრუდების გამოყენების თითოეული შემთხვევა, როდესაც ამის თავიდან აცილება შეიძლება დიდი, გაუმართლებელი ხარჯების გარეშე ითვლება როგორც ტრასის გაყვანის დიდი ნაკლი.

როგორც ზემოთ იყო მოხსენებული, ხელსაწყოების დახმარებით ადგილზე ტრასის მიმართულების ძებნა იშვიათად არის აუცილებელი. ამ მიზნით, მაგისტრალური სვლის გაყვანისათვის მიმართავენ ქვემოთ ჩამოთვლილი ხერხებიდან ერთ-ერთს:

1. სასინჯი სვლების გაყვანა.

ადგილზე რეკოგნოსცირების შემდეგ, რუკაზე გადაღებული რუმბის დახმარებით გადიან პირველ სასინჯ სვლას ტყით დაფარულ ადგილებში ვიწრო განაკაფი ზოლის გადაჭრით, სიგანით არა უმეტეს 1 მ. ცალკეულ ადგილებში, შესაძლებლობის მიხედვით, კმაყოფილდებიან ხეების წათლითა და ტოტების მოჭრით. თუ პირველი სვლა არ მოხდება საკონტროლო წერტილში ან გადის ისეთ ადგილზე, რომელიც ჰიდროგეოლოგიური თვალსაზრისით არ არის დამაკმაყოფილებელი, რუმბის სიდიდეში შეაქვთ გაანგარიშების მიხედვით შესწორებანი და კაფავენ მეორე სვლას;

2. ტრასის გეგმის გაყვანის სავარაუდო ზოლის ტახომეტრიული გადაღება განაკაფი ზოლების, მოშიშვლებული ადგილებისა და არსებული გზების გამოყენებით.

ჰორიზონტალებში აგებული გეგმის მიხედვით, რომელიც შევსებულია თვალზომითი გადაღებით, სახავენ ტრასის მდებარეობას მისი რუმბისა და მოხვევის კუთხეების კოორდინატების გაანგარიშებით.

3. გზის სავარაუდო ადგილის ზოლის ტრასირება წინასწარ გადაღებულ ჰორიზონტალებიან გეგმაზე, რომელიც აგებულია გამოკვლევების მიხედვით და გადაღებულია სასინჯი სვლის, როგორც ბაზისის გამოყენებით.

დიდი და საშუალო წყალსადინარების გადაკვეთებზე თავდაპირველად საჭიროა მოინახოს სახილო გადასასვლელის ადგილი და მხოლოდ ამის შემდეგ შეიძლება გაყვანილ იქნას ტრასა მის მისასვლელებთან.

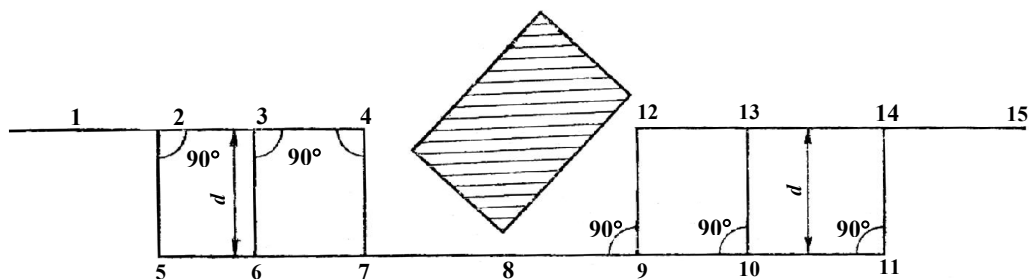
მთაგორიან ადგილებში, ფერდობებზე ტრასის განვითარების უბნებში, რომელთა რელიეფი ხშირად იცვლება, მაგისტრალური სვლა გაჰყავთ მოცემული ქანობის მიხედვით. ამ მიზნით, თეოდოლიტის მილს აყენებენ დახრილობით, რომელიც შეესაბამება საპროექტო ხაზის დახრილობას.

ვინაიდან, მრუდების ჩაწერის შედეგად ტრასის სიგრძე მცირდება, მაგისტრალური სვლის გაყვანისათვის გრძივი ქანობის სიდიდეს ღებულობენ პროექტში დაშვებულ სიდიდესთან შედარებით 10–20%-ით ნაკლებს.

6.3. გეოდეზიური სამუშაოები ძიების პროცესში

ძიების პროცესში ასრულებენ მთელ რიგ გეოდეზიურ გადაღებებს. გადაღებათა ჩატარების ტექნიკა დაწვრილებით არის გაშუქებული გეოდეზიის კურსში. ქვემოთ მოცემულია მხოლოდ საძიებო პარტიების სამუშაოთა მოცულობისა და შედგენილობის დახასიათება. მაგისტრალური სვლის გაყვანისას ან ადგილზე ტრასის საბოლოო დაკვაღვის დროს ზომავენ ტრასის მოხვევის კუთხეებს და მათ შორის მანძილს, სხვაობა კუთხის ორ თანმიმდევრულ გაზომვას შორის არ უნდა აღემატებოდეს 2'. ხაზის მიმართულებას ნიშნავს პარტიის უფროსის თანაშემწე, ხოლო მისი ფიქსირება ადგილზე ხდება თეოდოლიტით სარყეების დაყენებით. მათ აყენებენ ისე ახლოს, რომ თითოეულ სწორზე იყოს არა ნაკლებ სამი სარყისა, ხოლო შუალედური წარტილებებისაგან შედგენილ გრძივ წრფეებზე ორივე მხარეს ჩანდეს არა ნაკლებ ორი სარყისა.

დაბრკოლებებთან შეხვედრისას, რომლებიც ხელს უშლიან ტრასის დასარყვას, აწარმოებენ გამოტანას (ნახ. 6.3), კუთხეების ზუსტი დაკვაღვისათვის იყენებენ თეოდოლიტს.



ნახ. 6.3. წინაღობის გვერდის ავლა დასარყვისას ხაზის გაზომვის თანმიმდევრობა გვერდის ავლისას

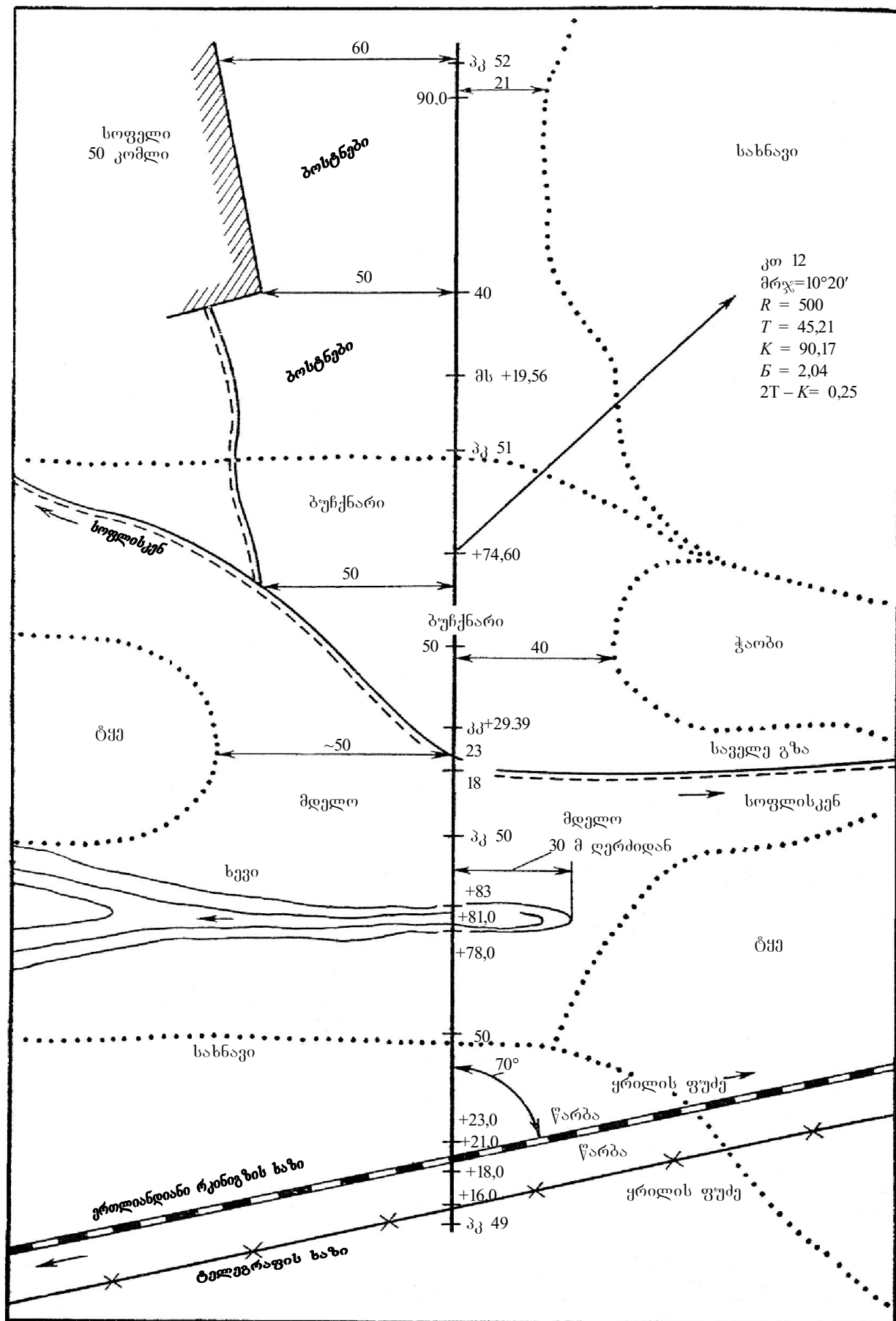
მდინარეების სიგანეს და მიუდგომელ მანძილებს განსაზღვრავენ გამოთვლით, კუთხეების მიხედვით, რომლებიც იზომება ტრასისადმი პერპენდიკულარულად დაკვალული ბაზისიდან.

გადაღების პერიოდში ტრასის დროებითი ფიქსირებისათვის ამოღებული სარების ნაცვლად ასობენ 1,5–2 მ. ხის სარებს. მოხვევის კუთხეების წვეროებში ასობენ 4–5 სმ სისქისა და 20–25 სმ სიგრძის პალოს, რომლის თავზე ახდენენ ინსტრუმენტის ცენტრირებას.

ტრასის გამყვან ჯგუფს მიჰყვება მეპიკეტეჟთა ჯგუფი, რომელიც შედგება ტექნიკოსისა და ორი სამი მუშისაგან. მათ ამოცანას შეადგენს ტრასის სიგრძის გაზომვა, მისი დაკვალვა ასმეტრიან უბნებად. პიკეტებში, შუალედური წერტილების გამორკვევა, რომელთა ნიშნულები, რელიეფის შეცვლასთან დაკავშირებით უნდა იყოს განსაზღვრული ნიველირების დროს, ხდება გზისპირა ზოლის სიტუაციური გეგმის გადაღება (ნახ. 6.4). შუალედურ წერტილთა რიცხვს მიეკუთვნება ასევე წყლის კალაპოტის კიდევები, რომლებიც მდებარეობს ტრასასთან ახლოს განლაგებულ ან მის გადამკვეთ წყალსადინარებზე და ჭაობებზე. მეპიკეტეჟთა ჯგუფი კვალავს ასევე განივებს და აკეთებს არსებული წყალგამტარი ნაგებობების სქემების ჩანახატებს.

ტრასის სიგრძეს ზომავენ 20 მ სიგრძის ფოლადის ლენტით ან ლაზერული მანძილმზომით. მეორედ (მთავარ და საკონტროლო) გაზომვათა შემდეგ განსხვავება არ უნდა აღემატებოდეს 1/500. პიკეტებისა და პლიუსების წერტილებს აღნიშნავენ გრუნტის ზედაპირის დონეზე პატარა პალოების „წერტილების“ ჩასობით და მათი აღმნიშვნელი უფრო მაღალი პალოებით, რომლებზედაც იწეება პიკეტის ნომერი და მანძილი მისგან პლიუსამდე მეტრის სიზუსტით.

იმ ადგილებში, სადაც ადგილის რელიეფი განივი მიმართულებით იცვლება, მეპიკეტეჟი იღებს განივ პროფილებს. ასეთ ადგილთა რიცხვს მიეკუთვნება უბნები, სადაც ტრასა გადის არსებულ გზაზე და კაშხალებზე; ფერდობები, რომელთა განივი ქანობი 1:5 უფრო დახრილია, წყალსადინარებთან და რკინიგზებთან უშუალოდ ახლომდებარე ადგილებში. ზოლის სიგანე, რომელსაც მოიცავს გადაღება, დამოკიდებულია გადაღების დანიშნულებაზე. ამრიგად, აუცილებელ მიწის სამუშაოთა მოცულობების ზუსტი დახასიათებისათვის გადაღებული უნდა იყოს მომავალი გზის მიწის ვაკის სიგანე. გადაღებული განივი პროფილების მიხედვით ჰორიზონტალებში გეგმის ასაგებად და შემდეგში ზუსტი ტრასირებისათვის საჭიროა აგეგმვის უფრო დიდი სიგანე.

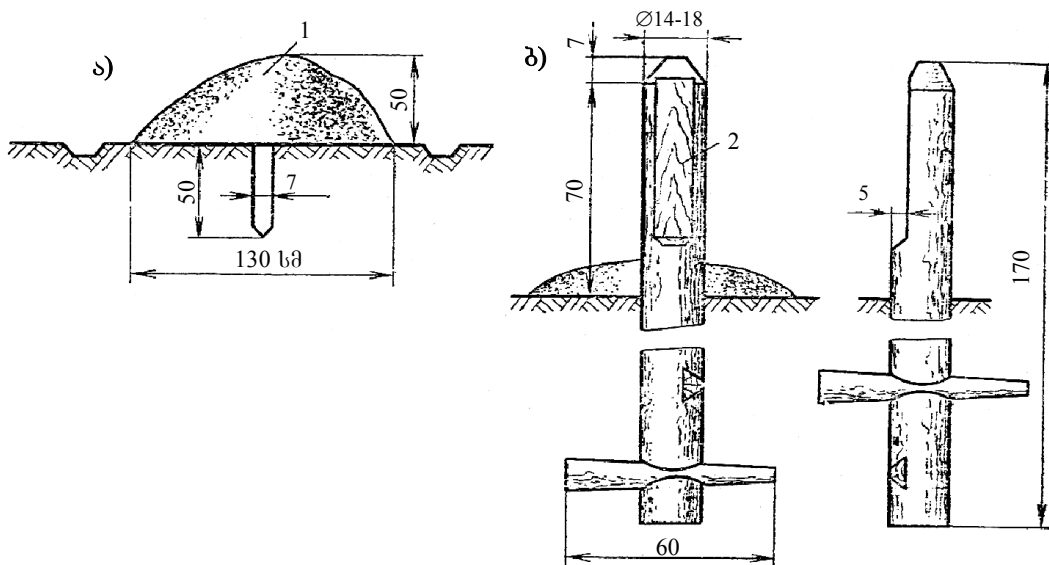


ნახ. 6.4. საპიკეტაჟო ჟურნალში ჩაწერის მაგალითი

მეპიკეტაჟე აწარმოებს ყველა ჩანაწერს სპეციალურ ჟურნალში (ნახ. 6.4) მილიმეტრულ ქაღალდზე. მასში მითითებულია მოხვევის კუთხეები, პიკეტები და ყველა შუალედური წერტილი, რეპერები სქემატური გამოსახულებით, განლაგების გეგმითა და დამაგრების სქემით.

მიზანშეწონილია სიტუაციის ყველა ელემენტის დაფიქსირება ადგილის ზოლზე 50 მ. თითოეულ მხარეს. ტრასის ღერძიდან 25 მ. ფარგლებში სიტუაციის ელემენტებამდე მანძილს ზომავენ რულეტით, ლაზერული ან ელექტრონული მანძილზომით. პიკეტურ ჟურნალში ან ელექტრონული ტახეომეტრის მესხიერებაში განსაკუთრებული სიზუსტით აფიქსირებენ ნაგებობათა ადგილმდებარეობას. დიდ ცალკეულ ხეებსა და კლდეების შვერილებს, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას ტრასის, ასევე ხრამების წვეროების, მდინარის გამორეცხილი ნაპირების, ჩამონაშალის საზღვრების და არამდგრადი უბნების დასაფიქსირებლად, რომლებიც სახიფათოა შემდეგ გზის ექსპლუატაციის დროს.

ძიებებსა და სამშენებლო სამუშაოების დაწყებას შორის შეიძლება გავიდეს რამდენიმე თვე ან წელი ამ ხნის განმავლობაში პატარა პალოები იკარგება. ამიტომ აუცილებელია, რომ ტრასა საიმედოდ იყოს გამაგრებული გეგმაში და სიმაღლეში მტკიცე საცნობი ბოძებით, ფარული წერტილებითა და რეპერებით (ნახ. 6.5).



ნახ. 6.5. ტრასის დამაგრება

ა – მოღული წერტილებით; ბ – ბოძები;

1 – მიწის ბეჭობი ან ქვის მინაყარი; 2 – ჩამონათალი წარწერისათვის

ბოძები, რომლებსაც აყენებენ სწორ უბნებზე, საჭიროა განლაგდეს ისეთ ადგილებში, სადაც არ ტარდება სასოფლო-სამეურნეო სამუშაოები: მინდვრებზე, ბუჩქნარებში, სავარგულების მიჯნაზე.

საძიებო პარტიის მიერ დაყენებულ ყველა დასამაგრებელ ნიშანს აბარებენ აქტის მიხედვით ადგილობრივი ორგანოების დაცვის ქვეშ. კუთხეების წვეროებს ამაგრებენ 50 სმ სიგრძისა და 7–10 სმ სისქის პატარა პალოებზე, რომლებსაც ამაგრებენ მიწის ზედაპირთან ერთ დონეზე. წერტილში მიჭედებული ლურსმანის თავის მიუთითებს კუთხის წვეროზე. პალოს ზემოდან აყრიან მიწის ან ქვის კონუსს. ტრასის კუთხის მხარეების განლაგებაზე (ნახ. 6.5) მიწის შესაძლო სამუშაოების ფარგლებს გარეთ აყენებენ დასამაგრებელ ბოძებს. ჩამოთლილ ბოძზე საღებავით აწერენ საპროექტო ორგანიზაციის დასახელებას, ძიების წელს და მოხვევის კუთხის ნომერს.

საპიკეტაჟო ჟურნალში აფიქსირებენ ასევე კუთხის მიბმას უახლოეს მუდმივ საგნებთან, მიმართულების რუმბისა და მანძილის აღნიშვნით.

სიმაღლეში ტრასას ამაგრებენ რეპერებით. მათი ნიშნულები მიწის სამუშაოების დაკვალებისა და მიწის ვაკისის აგებისას შეიძლება ზუსტად დადგინდეს გზის ზედაპირის სწორი მდებარეობა. მუდმივი რეპერების სახით შეიძლება იყენებენ ისეთ საგნებს, რომლებიც გრუნტების ჩაყინვისა და გადნობის დროს არ განიცდიან ძვრას ან ვერტიკალურ გადანაცვლებას (კაპიტალურ ნაგებობათა საძირკვლებს და კლდეების შვერილებს) ან სპეციალურ რკინის ღეროებს, რომლებიც ჩამაგრებულია მოყინვის დონეზე უფრო დაბლა მოთავსებულ ბეტონის ბალიშში.

ძიებისა და მშენებლობის პერიოდში გამოსაყენებელ დროებით რეპერებს აგებენ ხის ან რკინაბეტონის ბოძებისაგან, რომლებიც ჩაფლულია მიწაში ერთიმეორისაგან 1-3 კმ დაშორებით რელიეფის სირთულის მიხედვით.

საქართველოში ტრასის გაყვანის ყველა რაიონში არსებობს სახელმწიფო საყრდენი გეოდეზიური ქსელის პუნქტები. საჭიროა მათზე ტრასის მობმა რაც სრულდება კარტოგრაფიისა და გეოდეზიის სამმართველოს შესაბამისი ინსტრუქციის მიხედვით.

ტრასის გრძივი პროფილისა და მიწის სამუშაოების მოცულებების შემდგომი გაანგარიშებისათვის, ასევე ხელოვნურ ნაგებობათა ხვრეტების განსაზღვრისათვის, ნიველირით იღებენ ყველა პიკეტს და პლუსებს, რეპერებს, წყლის კიდეებს, ტალევეგის კალაპოტებს.

ნიველირებას აწარმოებს ორი მენიველირე. პირველი ანიველირებს ხაზის ყველა წერტილს და აბამს რეპერებთან, მეორე ასრულებს ტრასის საკონტროლო ნიველირებას, მაკავშირებელი წერტილების, რეპერების, განივკვეთების, წყალსადინარების ცოცხალი კვეთებისა და ტალევეგების გადამკვეთ კალაპოტებზე

სვლით, მათი გრძივი ქანობების განსაზღვრისათვის. ორივე მენიველირე მუშაობს ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად და მიღებულ ნიშნულებს ამოწმებს მხოლოდ საველე კამერალურ სამუშაოების შესრულების დროს. შეცდომების აღმოჩენისა და დაუშვებელი სხვაობის დროს მეორე მენიველირე მეორე დღესვე აწარმოებს განმეორებით გადაღებას.

ნიველირებას, როგორც წესი, ასრულებენ შუა ადგილიდან, ხელსაწყოებიდან ლარტყამდე 50-75 მ მანძილზე. დაბლობ ადგილებში კარგი ხელსაყრელი ამინდის დროს ეს მანძილი შეიძლება იყოს 150 მ-მდე. მდინარეებზე ნიშნულები გააქვთ ორმაგი ნიველირებით, მდინარის ორივე მხარეს განლაგებულ დგომის წერტილებიდან.

მთაგორიან ან მკვეთრად დასერილ ადგილებში, სადაც გეომეტრიული ნიველირება ხშირად შეუძლებელია იყენებენ მაღალი სიზუსტის ოპტიკურ მანძილსაზომს. დახრილობის კუთხეებს, მაკავშირებელ წერტილებს შორის გადამეტების განსაზღვრისას ზომავენ პირდაპირი და უკუ მიმართულებით, ლარტყაზე გადათვლების დამრგვალებით 1 სმ-მდე.

ყველა რთულ ადგილზე, სადაც საჭირო ტრასის მდებარეობის დაზუსტება ან ამა თუ იმ საინჟინრო ნაგებობების განლაგება იღებენ მსხვილმასშტაბიან გეგმას ჰორიზონტალებში (სახიდო გადასასვლელები, სატრანსპორტო კვანძის გახსნა, ტრასის რთული უბნები ფერდობებზე სვლებით, მეწყერები, ხრამის წვეროებთან ახლომდებარე გადასასვლელები, საგზაო სამშენებლო მასალათა კარიერების ან გრუნტის დამუშავების ადგილები ყრილების დაზვინვისათვის და ასე შემდეგ).

გადაღების ხერხის შერჩევა განისაზღვრება ადგილობრივი პირობების, მუშაობის ორგანიზაციათა და მოხერხებულობით. საძიებო სამუშაოების პრაქტიკაში გამოყენებას პოულობს:

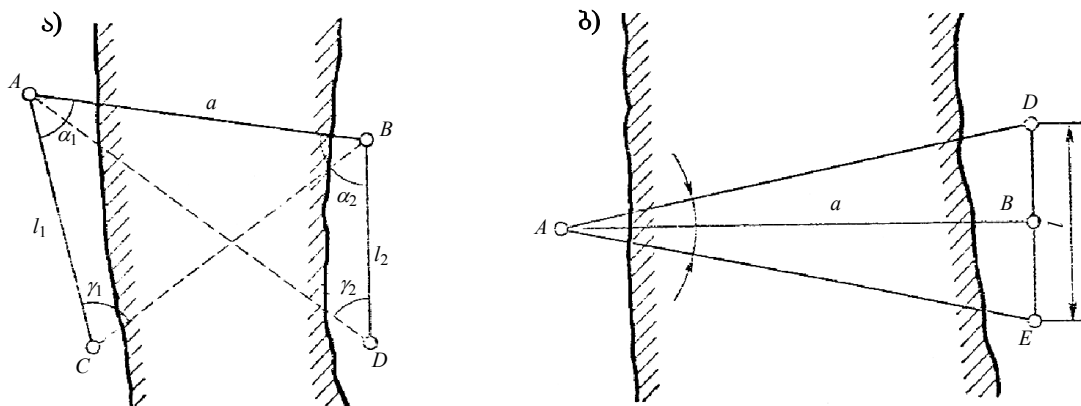
1. ნიველირება კვადრატების მიხედვით, რომელიც მიზანშეწონილია დაბლობ ადგილებში შენობების ასაგებად მოედნებზე ან სხვადასხვა დონეზე გადაკვეთების მოწყობისას;
2. თეოდოლიტური სვლები განიკვეთებით, ეს მეთოდი გამოიყენება გადასადები ზოლის მცირე სიგანის დროს, დაბლობ, ტყითა და ბუჩქნარებით დაფარულ ადგილებში.

მაგისტრალი გაჰყავთ შესაძლებლობის მიხედვით გადასადები ზოლის შუა ადგილას. განიკვეთების განლაგება მაგისტრალური სვლის მიმართ განისაზღვრება რელიეფის ფორმებით და გადაღების მოხერხებულობით, განაკაფი ზოლის გაწმენდისათვის საჭირო ზედმეტი სამუშაოების გარეშე.

ამ მეთოდის სახესხვაობას წარმოადგენს მოედნების გადაღება კვადრატების მიხედვით ნოველირების გზით.

3. ტახომეტრიული გადაღება უფრო მოხერხებულია ღია, დასერილ ადგილებში, ამ მეთოდს სჭირდება ნაკლები საველე სამუშაოები, ვიდრე ეს საჭიროა განიკვეთების გადაღებისას. მანძილი ხელსაწყოდან წერტილამდე, რომლებშიაც დაყენებულია დარტყები, არ უნდა აღემატებოდეს 150 მ-ს 1:2000 მასშტაბში გადაღების დროს და 250 მ-ს 1:5000 მასშტაბში გადაღების დროს.
4. მენზულური გადაღება საშუალებას გაძლევს მივიღოთ რელიეფის ყველაზე ზუსტი გეგმა, მაგრამ იგი მეტად შრომატევადია და საჭიროებს მთელი სამუშაოების შესრულებას ველზე.
5. მიწისზედა ელექტრონული და ფოტოთეოდოლიტური გადაღება, მიზანშეწონილია მცირე სიგრძის, მოტიტვებულ, ძნელმისადგომ და დიდი რელიეფის მქონე სახიფათო უბნებზე, როგორიცაა ციცაბო კლდოვანი ხრამები, ვიწრო და ღრმა ხეობები, ყრილები, ფერდობები, საიდანაც შესაძლებელია ჩამოქცევები და სხვა. წერტილების კოორდინატების განსაზღვრა ადვილზე და გეგმის შედგენა ხდება თეოდოლიტში ჩამონტაჟებული ელექტრონული პროცესორით საშუალებით, რომელიც განსაზღვრავს რელიეფის დამახასიათებელ წერტილებისა და სიტუაციის ელემენტების კოორდინატებს.

ჰორიზონტალებში გეგმის შედგენისას ძნელადმისადგომ წერტილებში იყენებენ ელექტრონულ ტახომეტრს, რომელიც ზომავს არა ნაკლებ 1/4000 სიზუსტით, მანძილი მიუდგომელ წერტილებამდე უნდა იყოს განსაზღვრული 1/2000 სიზუსტემდე (ნახ. 6.6).



ნახ. 6.6. მიუწვდომელი მანძილის დადგენა.
ა – ბაზისების გაზომვით; ბ – პარალელური მეთოდით

6.4. ნიადაგებისა და გრუნტის საინჟინრო გეოლოგიური გამოკვლევები გზების ძიებისას

საინჟინრო-გეოლოგიური ძიებები წარმოებს მონაცემების შესაგროვებლად, რომლებიც ახასიათებენ ადგილის ჰიდროლოგიურ გეოლოგიურ პირობებს, რომელზედაც განალაგებენ აეროდრომს ან გაჰყავთ გზა. საინჟინრო-გეოლოგიური ძიების მოცულობა და ხასიათი დამოკიდებულია პროექტის დამუშავების სტადიაზე, ძიების რაიონის ბუნებრივი პირობების შესახებ მონაცემების არსებობაზე.

ტედ-ს დამუშავების სტადიაში ჩვეულებრივ იფარგლებიან ლიტერატურული წყაროების შესწავლითა და იმ გეოლოგიურ სამუშაოთა მონაცემებით, რომლებიც ჩატარდა ახლომდებარე ობიექტებზე და ასევე სატელიტური სურათების მასალების გაშიფვრით. ცალკეულ, უმეტესად რთულ ადგილებს ნახულობენ ადგილზე ბუნებრივი გაშიშვლების ანალიზის ჩატარებით.

ტექნიკური პროექტის შედგენისათვის ძიებების ჩატარების დროს, ყველა სამუშაო ტარდება ველზე, ისეთი მოცულობით, რომელიც საკმარისია მიწის ვაკისის საგზაო სამოსების და საგზაო ნაგებობათა დაპროექტებისათვის ყველა შესაძარებელ ვარიანტებში.

მუშა ნახაზების შედგენისათვის დამატებით ძიებებს ატარებენ თავდაპირველად დასახული ტრასის შეცვლის უბნებზე, მიწის ვაკისის ინდივიდუალური დაპროექტების ან ტრასით გადაკვეთილი არამდგრადი უბნების ადგილზე (მეწყერები, სუსტი გრუნტები) ხელოვნურ ნაგებობებთან, სადაც ეს საჭიროა პროექტების მიზმის და საძირკვლების ჩაღრმავებათა ნიშნულების დაზუსტებისათვის, მათი მოწყობის პირობების განსაზღვრისათვის.

საინჟინრო-გეოლოგიურ გამოკვლევებს ასრულებენ ერთდროულად, გეოდეზიურ სამუშაოებთან ერთად.

საველე სანიადაგო – გრუნტულ და გეოლოგიური გამოკვლევების დროს აუცილებელია:

ტრასის დასახულ ვარიანტებზე შესწავლილ იქნას გრუნტები და ჰიდროგეოლოგიური პირობები, ჩატარდეს საინჟინრო-გეოლოგიური გაღებები, გეოფიზიკური და საბურღო სამუშაოები, ტრასაზე და ასევე დიდ წყალსადინარებზე გადასვლებისა და საინჟინრო ნაგებობათა აგების ადგილებში. განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ტრასის ცალკეულ, არახელსაყრელ გეოლოგიურ - პირობებში გამავალ უბნებს (მეწყერები, ჩამონაშალები, კარსტები, ჭაობები) აუცილებლად უნდა ჩატარდეს გრუნტების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების საველე განსაზღვრა;

აუცილებელია ადგილობრივი საგზაო-სამშენებლო კარიერების ძებნა და დაზვერვა (მრეწველობის თანანაწარმი პროდუქტების ნაყარებისა და გრუნტების კარიერების ჩათვლით). ტედ-ის დამუშავების სტადიაში გეოლოგიური პირობების შეფასებისას და ძიების პირველ სტადიაში ტექნიკური პროექტის დამუშავებისათვის რეკონსტრუქციისას ძალიან ეფექტურია აეროგეოლოგიური მეთოდების გამოყენება, აგრეთვე ადრე გასაიდუმლოებული სამხედრო რულებიდან ტოპოგეოლოგიური აღწერილობის მონაცემების სარგებლობა.

თანამგზავრული ინფორმაციის გამოყენება იძლევა დაჭაობებული ადგილების სიღრმის საკმაოდ საიმედო შეფასებას, აგრეთვე სხვადასხვა სახის გრუნტების გავრცელების უბნების, არამდგრადი ფერდობების, კარსტული ზონების, საგზაო სამშენებლო მასალების განლაგების ადგილების აღმოჩენის საშუალებას. აეროგეოლოგიური გამოკვლევები მნიშვნელოვნად ამცირებს მიწისზედა საინჟინრო-გეოლოგიური ძიებების მოცულობას.

თანამგზავრული ვიდეო ინფორმაციის გამოყენება ხდება ეტალონური უბნების სურათების საფუძველზე, რომლებიც გამოკვლეულია ველზე.

საპროექტო ორგანიზაციებისათვის ამასთან დაკავშირებით ძალიან სასარგებლოა ეტალონური თანამგზავრული სურათების ფოტოთეკის შექმნა. სხვადასხვა ლანდშაფტურ პირობებში საინჟინრო-გეოლოგიური თავისებურებათა გაშიფრული ნიშან-თვისებების გამოსახულებით.

თანამგზავრული ვიდეო ინფორმაცია საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ დასკვნები არა მარტო ზედაპირულ გრუნტულ დაფენებაზე, არამედ ძირითად ქანებზე. ამ შემთხვევაში ინდიკატორის როლში გამოდის არა მარტო რელიეფის ფორმის მოხაზულობა და ეროზიული დანაწევრების ხასიათი, არამედ მცენარეულობის ტიპიც. თანამგზავრული გამოსახულების ანალიზი ზოგიერთ შემთხვევაში საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ გრუნტის წყლების განლაგების სიღრმეც.

ძიების რაიონის გეოლოგიური და სანიადაგო – გრუნტული პირობები დიდ გავლენას ახდენს ტრასის მიმართულების არჩევაზე, ხშირად მოითხოვს არახელსაყრელი ადგილების გვერდის ავლის აუცილებლობას ან სპეციალური ნაგებობების დაპროექტებას მიწის ვაკის მდგრადობის უზრუნველყოფისათვის.

ადგილის საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევის დროს გეოლოგიური აგებულების მიხედვით შეიძლება გამოვყოთ სირთულის სამ კატეგორია:

I კატეგორია – მარტივი გეოლოგიური აგებულება ერთგვაროვანი მთის ქანების ჰორიზონტალური ან დამრეცი განლაგებით;

II კატეგორია – საშუალო სირთულე.

მარტივი გეოლოგიური აგებულების რაიონებში, ადგილი დანაწევრებული ეროზიულ-აკუმულაციური ან მყინვარული რელიეფით.

ცალკეულ ადგილებში, შემოსაზღვრულ უბნებში განვითარებულია მშენებლობისათვის არახელსაყრელი პროცესები (დაჭაობება, შვავები, მეწყერები) განლაგებულია ან სუსტი ქანების.

III კატეგორია – ძალიან რთული აგებულება. თვისებების მხრივ არაერთგვაროვანი გრუნტების ცვლადი სიმძლავრის ფენების სხვადასხვაგვარი კომპლექსით.

საინჟინრო-გეოლოგიურ გადაღებათა მასშტაბები დამოკიდებულია მშენებლობის ობიექტზე და ადგილის გეოლოგიურ სირთულეზე (ცხრ. 6.1).

ცხრილი 6.1

ობიექტი	გადაღების მასშტაბი ადგილის კატეგორიის მიხედვით		
	I	II	III
პროექტირებადი ტრასის გასწვრივ 200 მ სიგანის ზოლი	1:10000	1:10000	1:5000
გზის რეკონსტრუქციისას განთვისების ზოლი			
საშენი მასალების კარიერები	1:25000	1:10000	1:5000
სახიდე გადასასვლელების ზოლის სიგანე, მ	500	1000	1000

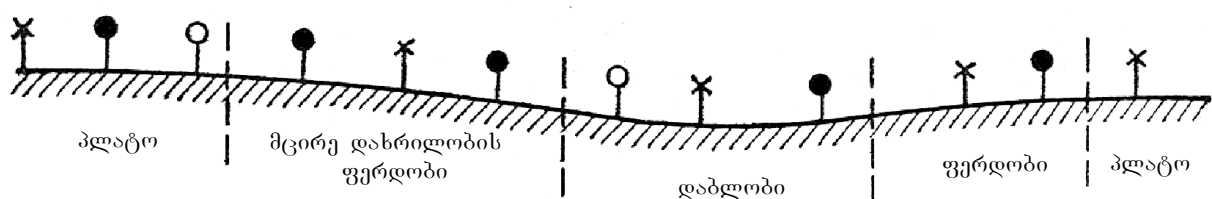
გრუნტულმა გამოკვლევებმა უნდა მოგვცენ სრული წარმოდგენა გრუნტების თვისებებზე, როგორც მიწის ვაკისის აგების საფუძვლზე და მასალაზე. ჩვეულებრივ პირობებში საჭიროა გამოკვლეულ იქნას გრუნტები გრუნტის წყლების დონის სიღრმეზე, მაგრამ არა ნაკლებ 2 მ. იმ უბნებზე, სადაც ჭრილის მოწყობა გათვალისწინებული 1,5–2,0 უფრო დაბლაა ჭრილის ძირიდან, აგრეთვე შესაძლებელია გრუნტის შემკვრივება ან ყრილის დაწოლით მისი გვერდული გამოწურვა (მაკროფოროვანი გრუნტები, ჭაობები) ფუძეს იკვლევენ სიღრმეზე, რომელიც აჭარბებს აქტიურ ზონას.

გზების ძიებისას გრუნტული პირობების შესწავლის მთავარ მეთოდს წარმოადგენს მექანიკური ბურღვა დაუშლელი სტრუქტურის მქონე გრუნტის ნიშნულების ამოღებით, არა ნაკლებ 100 მმ დიამეტრით. ამ მიზნით იყენებენ მოტობურღებს 20–25 კგ მასით, რომლებიც მუშაობენ შნეკური იარაღით, გამოიყენება აგრეთვე, საბურღი მისაბმელი დანადგარები ბენზინის ძრავებით და საბურღი თვითმავალი დანადგარები მუხლუხა სვლაზე ან დიდი გამავლობის ავტომობილის ბაზაზე.

თუ გამოსაკვლევ გრუნტულ დაფენებებს აქვს უმნიშვნელო სიმძლავრე ან ეკონომიურად არ არის მიზანშეწონილი მექანიკური საბურღი დაზგების მოტანა, აწყობენ შურფებს.

ბურღილებთან შედარებით შურფების გაყვანა უფრო შრომატევადია, მაგრამ ისინი, ბურღილებთან შედარებით გვაძლევს საშუალებას უფრო დეტალურად განვსაზღვროთ გრუნტების ზედაპირული სისქის (2 მ სიღრმემდე) აგებულება და სტრუქტურა, გამოვააშკარაოთ მათში გრუნტის წყლის ზედაპირის არსებობის ნიშნები.

შურფებს აწყობენ 200 მ სიგანის გზისპირა ზოლის ფარგლებში რელიეფის ყველა დამახასიათებელ ადგილზე: წყალგამყოფებზე, ფერდობებზე, დადაბლებულ ადგილებზე, ტალღებზე და ხრამებზე (ნახ. 6.7) შურფისა და ბურღილის მოწყობის ადგილების დანიშვნისას ითვალისწინებენ მცენარეული საფარის შეცვლას, რომელიც ჩვეულებრივ გრუნტული პირობების შეცვლის მახასიათებელია. ზომიერი კლიმატის პირობებში მცენარეული საფარის მიხედვით შეიძლება ვიმსჯელოთ გრუნტების ხასიათზე და გრუნტის წყლების განლაგების სიღრმეზე 8–10 მ-მდე. უფრო ღრმად განლაგებული გრუნტების პორიზონტი არ ახდენს გავლენას მცენარეულობაზე. შეფასება წარმოებს მცენარეთა ჯგუფის მიხედვით, რომელიც იზრდება ვიწრო შეზღუდულ პირობებში. გრუნტის წყლების საანგარიშო დონის მთავარ ნიშანს ზომიერ განედში წარმოადგენს გრუნტებში მოცისფრო-მწვანე ფენის რკინის ქვეუანგის ნაერთის არსებობა. მისი ზედა საზღვარი შეიძლება ჩაითვალოს გრუნტის წყლების საანგარიშო საშუალო მრავალწლიან დონედ.



ნახ. 6.7. შურფებისა და ამონათხრების განლაგების სქემა რელიეფის მიხედვით
1 – შურფები; 2 – ამონათხარი; 3 – ნახევარშურფი

პირველი კატეგორიის გეოლოგიური სირთულის პირობებში ტრასის I კმ-ზე აწყობენ არანაკლებ ორი შურფისა, მესამე კატეგორიის სირთულისას კი – არანაკლებ ხუთისა.

შურფების შესწავლისას ჟურნალში შეაქვთ ვიზუალური დაკვირვების მონაცემები სანიაღვრო – გრუნტის ჭრილის აგებულებაზე, სტრუქტურაზე, შემადგენლობაზე, სიმკვრივეზე, ფორიანობაზე, ტენიანობაზე და ნიადაგის

ცალკეული შრეების შეფერილობაზე, გრუნტის წყლის დონეზე და მათი მოდინების ინტენსიურობაზე, შემდგომში ამ მონაცემებს აზუსტებენ რაოდენობრივად დაუშლელი სტრუქტურით ამოღებული გრუნტის ნიმუშების ლაბორატორიული გამოცდის მონაცემების მიხედვით. ფხვიერ გრუნტებში გამაგრებას ითვალისწინებენ 1 მ. სიღრმიდან, თიხნარებში და თიხაში 1,5 მ. ვაკე რელიეფის მქონე გაშლილ ადგილებში გრუნტების გამოკვლევების დაჩქარებისა და გადაადგილების მიზნით შეიძლება გამოყენებულ იქნას დიდი გამავლობის ავტომობილების შასიზე აწყობილი მექანიკური შურფსათხრელები, რომელთა დახმარებით შეიძლება 80 სმ დიამეტრისა და 3 მ-მდე სიღრმის მრგვალი ფორმის შურფების ამოთხრა.

პატარა თხრილების ნაცვლად შეიძლება გაკეთდეს მცირე ბურღილები 30 სმ დიამეტრით, რომელსაც ასრულებს ერთი მუშა საბურღი ფრეზით 2–4 მ სიღრმემდე.

ბურღილები გაჰყავთ ადგილებში, სადაც შურფი აღწევს წყლოვან პორიზონტს, ხელოვნურ ნაგებობებთან და ჭრილთა უბნებზე, სადაც შურფების ჩვეულებრივი სიღრმე არ არის საკმარისი. 0,5–1,0 მ-ზე მცირე ამონათხრებს აკეთებენ შურფებს შორის გრუნტული პირობების შეცვლის დაზუსტების მიზნით საშუალოდ ყოველ 250–300 მ-ზე.

თუ პატარა თხრილი გამოავლენს გრუნტების განლაგების ხასიათის მნიშვნელოვან ცვლილებას ახლომდებარე შურფიდან შედარებით, მაშინ პატარა თხრილს ადიდებენ და აღრმავებენ შურფად.

ყველა შურფი, პატარა თხრილი და ჭაბურღილი უნდა იყოს შეტანილი საპიკეტაჟო ჟურნალში პიკეტაჟთან მიხედვით.

მიწის დიდი, თავმოყრილი სამუშაოების ადგილებში საინჟინრო-გეოლოგიურ ძიებას უფრო დეტალურად აწამოებენ.

ღრმა ადგილებში გრუნტის წყლების არარსებობისას, ბურღილები ჩაჰყავთ ჭრილების ფსკერზე 1-2 მ-ზე უფრო ღრმად, ყოველ 100–150 მ-ზე, მაგრამ არანაკლებ ორისა ერთ ჭრილში, უფრო ღრმა ჭრილებში თუ პირველი გამოკვლევის დროს აღმოჩენილია არახელსაყრელი გრუნტული პირობები, შურფები და ბურღილები გაჰყავთ ტრასის ორივე მხარეს ჭადრაკული წყობით და ისეთი რაოდენობით, რაც საჭიროა ჰიდროგეოლოგიური პირობების ზუსტი დახასიათებისათვის.

მაღალი ყრილების განლაგების ადგილებში შურფები და ბურღილები გაჰყავთ ყოველ 50–100 მ-ზე ფუძის აქტიური ზონის სიღრმის გამოკვლევით საშუალოდ 3–4 მ-ზე.

გრუნტების ძირითად საკლასიფიკაციო ანალიზებს (გრანულომეტრიულ შემადგენლობას, გრუნტის ფილტრაციის კოეფიციენტს, ფორიანობას) აკეთებენ საველე მეთოდებით, რათა ადგილზე ბუნებრივი პირობების მთლიანი კომპლექსის გათვალისწინებით, შევძლოთ მიწის ვაკისის კონსტრუქციისა და მუშა ნიშნულების დასაბუთება. ჭაბურღილებსა და შურფებში ფენების განლაგების და ანალიზების შედეგებს იყენებენ გრძივ პროფილზე გრუნტების დასატანად.

გრუნტების გამოსაცდელად და მექანიკური თვისებების განსაზღვრისათვის მათი საკონტროლო ნიმუშები იგზავნება სტაციონარულ ლაბორატორიაში.

მცირე ხელოვნური ნაგებობების განლაგების ადგილებში დასაბურდად იყენებენ მცირე ბურღებს დიამეტრით 50–60, 78 და 89 მმ. 10 მ-ზე ნაკლები სიგრძის ხიდებისათვის და დაბალი ყრილების ქვეშ განლაგებული მილებისათვის გაჰყავთ 5–6 მ სიღრმის ერთი ბურღილი, ხოლო 25–30 მ-ზე მეტი სიგრძის ხიდის შემთხვევაში ორი-სამი ბურღილი.

თუ ყრილის სიმაღლე მილების ზემოთ 12 მ-მდეა, ბურღილის სიღრმეს ადიდებენ 8–10 მ-მდე. ასევე იკვლევენ გრუნტული კარიერების სავარაუდო ადგილებს ყრილების ასაგებად.

საველე სამუშაოების პროცესში, საინჟინრო-გეოლოგიური გამოკვლევების საფუძველზე ასევე უნდა იყოს მიღებული მონაცემები გრუნტის სიმტკიცეზე და დეფორმაციულ თვისებებზე. სუსტი გრუნტების ძვრაზე გამოცდისას იყენებენ ფრთიანი ტიპის დანადგარებს, სტატიკური და დინამიკური ტიპის პენეტრომეტრებს. ბურღილებში აწარმოებენ გრუნტების შტამპურ და პენეტრომეტრიულ გამოცდას.

ძალიან დიდი მნიშვნელობა აქვს საინჟინრო გეოლოგიურ გამოკვლევებს მთაგორიან ადგილებში. განსაკუთრებული გულმოდგინებით იკვლევენ ტრასის იმ უბნებს, სადაც შესაძლებელია მეწყერები, ჩამონაშალები და ღვარცოფის ნარიყები. გეოლოგიური თვალსაზრისით დამახასიათებელი უბნებისათვის ადგენენ განივ საინჟინრო გეოლოგიურ პროფილებს.

6.5. საგზაო-საშენი მასალების კარიერების ძიება

საგზაო მშენებლობას სჭირდება ქვის მასალების და ქვიშის მნიშვნელოვანი რაოდენობა. ნაყოფიერი სასოფლო-სამეურნეო მიწების დაცვის აუცილებლობის გამო მიწის ვაკისის ასაგებად გამოსადეგი გრუნტების თავმოყრილი კარიერების მოძებნა საკმაოდ ძნელია.

ქვის და ხრეშიანი მასალები სხვადასხვა ქვეყნების ტერიტორიაზე არათანაბრად არის განაწილებული. მაგალითად მრავალ ქვეყანაში ბელორუსიაში,

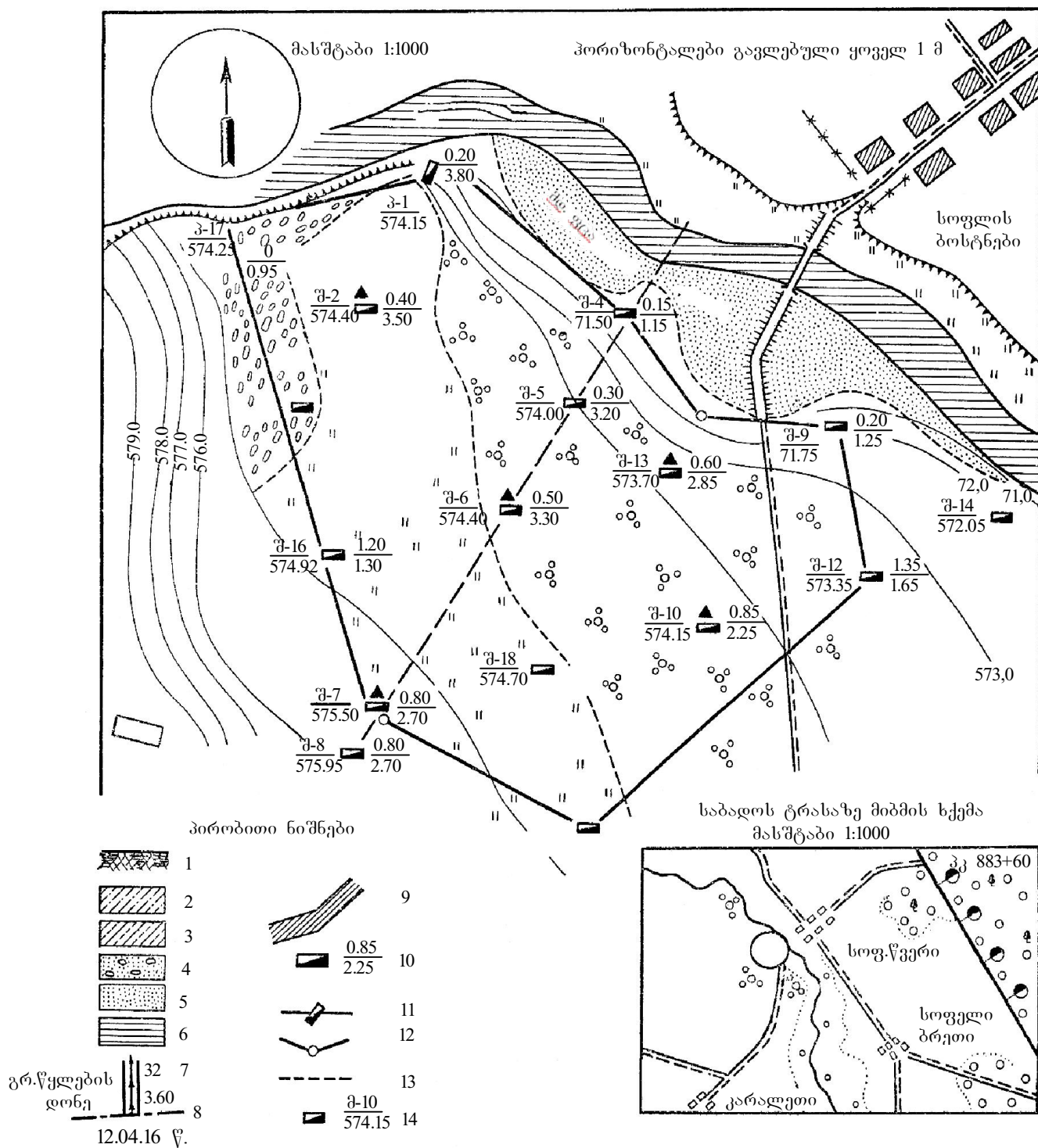
რუსეთის ევროპული ნაწილის ცენტრალურ რაიონებში, დასავლეთ ციმბირში, მარცხენა ნაპირის უკრაინაში და ჩრდილო ყაზახეთში, არ გვხვდება ქვის საბადოები. ბევრ ქვეყანაში გვხვდება წვრილი მტვრისებრი ქვიშა, უკიდურესად დაბალი წყალშედწევადობის უნარით. სამხრეთ კავკასიის ქვეყნებში ამ მხრივ საუკეთესო მდგომარეობაა სომხეთში, სადაც ბევრია ვულკანური წარმოშობის ქვები. საკმაოდ მრავალფეროვანი ქვის მასალებითაა მდიდარი საქართველოც, შედარებით უარესი მდგომარეობაა აზერბაიჯანში, სადაც ვრცელ ტერიტორიაზე გვხვდება მხოლოდ მტვროვანი თიხები და გრუნტები გაჯერებული წყალში ხსნადი მარილებით. ამიტომ ძიების პერიოდში საგზაო მშენებლობისათვის გამოსადეგი მასალების და სამრეწველო წარმოების თანაპროდუქციების ადგილობრივი წყაროების გამოვლენა მშენებლობის ღირებულების შემცირების ეფექტურ გზას წარმოადგენს. საგზაო-სამშენებლო მასალების ტრასისპირა კარიერები, რომლებსაც სპეციალურად ხსნიან საავტომობილო გზების აშენებისათვის მნიშვნელოვნად ამცირებენ გზის მშენებლობის ღირებულებას.

დიდი ყურადღება უნდა დაეთმოს ადგილობრივი, მცირე სიმტკიცის ქვის მასალების ძებნას, რომელთა გამოყენება საგზაო მშენებლობაში შესაძლებელია ცემენტით ან ორგანული შემკვრელებით გამაგრების შემდეგ (სხვადასხვა სახის წიდეები, თბოელექტროსადგურების ნაცარი და სხვა მასალები, რომლებიც გამოსადეგია საგზაო სამოსელსა და მიწის ვაკისის ასაგებად).

საქართველოში საშენ მასალათა კარიერებთან დაკავშირებულ ყველა საკითხს არეგულირებს გარემოს დაცვის სამინისტროს სააგენტო. მათი ნებართვის გარეშე შეიძლება საბადოების ძებნა და კარიერების გახსნა. მათ საინფორმაციო ბანკში ინახება ყველა მონაცემი კარიერის მდებარეობის, მასალების ფიზიკო-მექანიკური თვისებების საერთო მარაგების წლიური მოპოვების მოცულობისა და ა.შ. შესახებ.

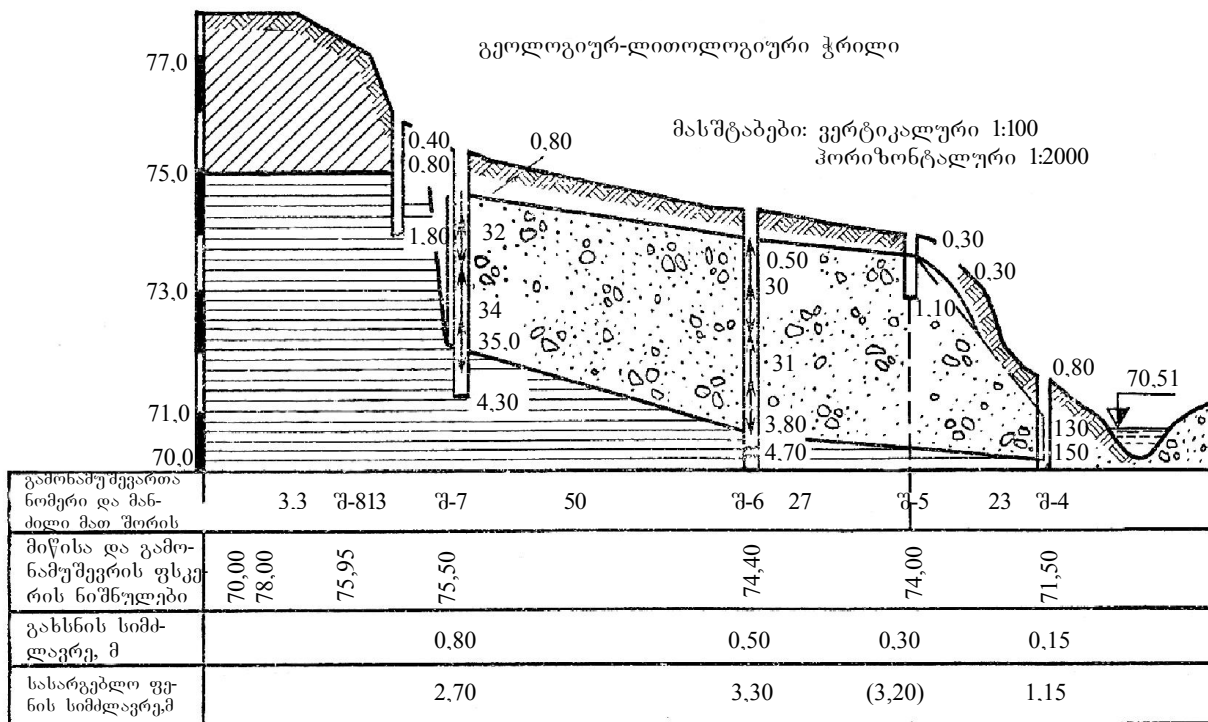
მინერალური საშენი მასალების საბადოების ძებნას იწყებენ გეოლოგიურ ორგანიზაციებში არსებული ე.წ. საფონდო მასალების გეოლოგიური და ტოპოგრაფიული რუკებისა შესწავლით. ქვიშის საბადოს ეძებენ ტრასიდან 10 კმ სიგანის ზოლში, ქვიშის და ხრეშის საბადოს 40 კმ-ზე და ა.შ.

რეკონოსცირებისას ათვალიერებენ ადგილებს, სადაც უკვე წარმოებს მასალების დამუშავება ან გამოვლინებულია საშენი მასალების გაშიშვლება. მიახლოებით აფასებენ მასალათა დამუშავების შესაძლებელ პირობებს და მათი გადაზიდვის საშუალებებს. ქვიშასა და ხრეშს ეძებენ მდინარეთა ხეობების გასწვრივ, კალაპოტების დანალექებისა და ტერასების გაშიშვლების დათვალიერებით.

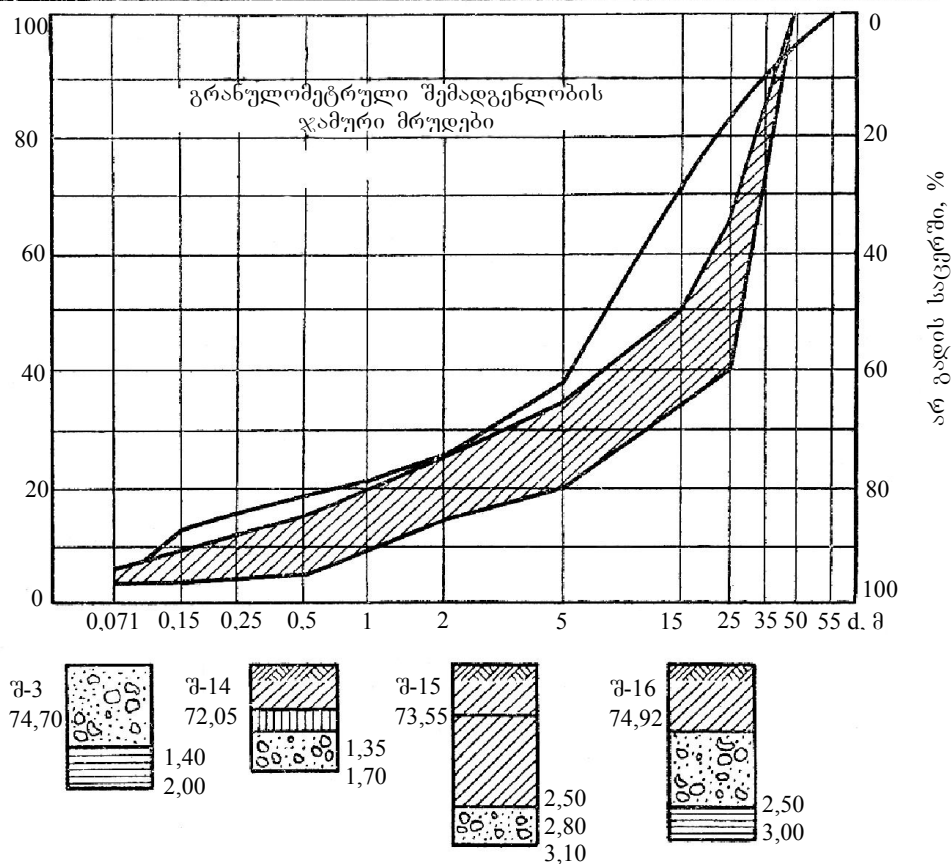
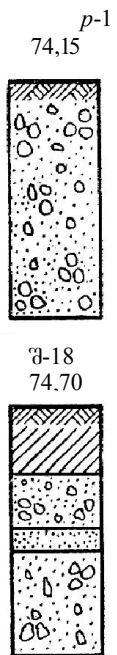


ნახ. 6.8. საგზაო-საშენი მასალების საბადოს მონაცემები

1 - მცენარეული გრუნტი; 2 - ქვიშნარი; 3 - თიხნარი; 4 - ხრეში წვრილი ქვიშით; 5 - წვრილი ქვიშა; 6 - თიხა; 7 - ნიშუშის ადების ადების ადგილი და მისი ნომერი; 8 - გრუნტის წყლების დონე, გადახსნის თარიღი (მნიშვნელში); 9 - ხრეშის გრანულომეტრიული შემადგენლობის მრუდები; 10 - ფუჭი ქანების სისქე (მრიცხველში) სასარგებლო ფენა (მნიშვნელში); 11 - საბადოს კონტური; 12 - დამაგრების ბოძი; 13 - გეოლოგიურ-ლითოლოგიური ჭრილის საზი; 14 - გამონამუშევრის ნომერი (მრიცხველში) ფსკერის ნიშნული (მნიშვნელში)



გეოლოგიურ-ლითოლოგიური ჭრილში არ შესული გამონამუშევრები
მასშტაბი: 1:100



ნახ. 6.8. გაგრძელება

შედარებით უფრო პერსპექტიულ საბადოებში გაჟყავთ მცირე სიღრმის ჭრილები, რათა დაადგინონ მფარავი შრის სისქის განლაგების საზღვრები და შეაფასონ მასალათა ხარისხი.

დეტალურ დაზვერვას აწარმოებენ მხოლოდ დამუშავებისათვის ამორჩეულ უბნებში.

ქვის კარიერებში იკვლევენ ქანის სახეობას ერთგვაროვანი ამოფრქვეული ქანებისათვის უპირატესად აღგენენ გადახსნის შრის სიმძლავრეს და იმ შრის სისქეს, რომელსაც შეეხო გამოქარვა. საგზაო-საშენი მასალების კარიერების აღწერილობის ნიმუში მოცემულია ნახ. 6.8-ზე

6.7. უსაფრთხოების ტექნიკა საავტომობილო გზების და აეროდრომების ძიების დროს

საავტომობილო გზების და აეროდრომების ძიებისას სავსე სამუშაოები ძალიან ხშირად წარმოებს დასახლებული პუნქტებიდან მოშორებით. ბანაკის პირობებში ცხოვრება და შესასრულებელი სამუშაოების ხასიათი ხშირად არის დაკავშირებული საფრთხესთან. ამიტომ საძიებო პარტიის ორგანიზების დროს დიდი ყურადღება უნდა მიექცეს სანიტარული და უსაფრთხოების ტექნიკის წესების დაცვას. მომუშავეები უზრუნველყოფილი უნდა იყვნენ სპეცტანსაცმლით, ინდივიდუალური დაცვითი მოწყობილობებით, დავადებებისა და უბედური შემთხვევების დროს პირველადი დახმარების აღმოჩენის საშუალებებით.

ბანაკების სადგომები უნდა იყოს უზრუნველყოფილი ნორმალური სანიტარულ-ჰიგიენური პირობებით.

ყველა ინჟინერ-ტექნიკური მუშაკი ვალდებულია გამგზავრებამდე გაიაროს უსაფრთხოების ტექნიკის ინსტრუქტაჟი. ადგილობრივ მუშებთან, ინსტრუქტაჟს ატარებენ სამუშაოს დაწყებამდე.

სამუშაოდ გასვლამდე რაიონებში, სადაც შესაძლებელია მაღარი, ენცეფალიტითა და რაიმე ეპიდემიური სენით დაავადება, საძიებო პარტიის თანამშრომლებს აუცილებლად უკეთებენ პროფილაქტიკურ აცრებს, ხოლო სამედიცინო დაწესებულებებში უტარებენ სპეციალურ ინსტრუქტაჟს.

შხამიანი ქვეწარმავლების გავრცელების ადგილებში მაძიებლებმა თან უნდა იქონიონ შპრიცი და გველსაწინააღმდეგო შრატი.

ზამთარში საძიებო პარტიის თანამშრომლები უნდა იყვნენ უზრუნველყოფილი თბილი ტანსაცმელითა და ფეხსაცმელით. ძლიერი ყინვების დროს სახეზე უნდა წაისვან ვაზელინის თხელი ფენა, ხოლო 30°C უფრო დაბალი ტემპერატურისას სავსე სამუშაოების შესრულება შეიძლება მხოლოდ სპეციალური ნებართვის შემდეგ. საძიებო ბანაკისათვის არჩევენ ამაღლებულ, მშრალ, სუფთა ადგილებს, სასურველია სათბობისა და სასმელ წყალთან ახლოს. ხანძარი საშიშროების

თავიდან აცილების მიზნით, ტყეს, რომელიც გარს აკრავს, ასუფთავებენ ფიჩხისა და წაქცეული ხეებისაგან, კარვებს, წყლის შედინებისაგან დაცვის მიზნით, უკეთებენ ღარაკებს. კოცონის დანთება დასაშვებია, კარავიდან 10 მ-ის დაშორებით, სპეციალურ მოედანზე. საწვავ და საზეთ მასალებს ინახავენ მეტალის ტარაში სპეციალურად მოწყობილ ადგილზე არანაკლებ 100 მ დაშორებით ბანაკიდან არა ნაკლებ 50 მ. უნდა ერიდონ ქვათა ცვენის უბნებს, კლდის ძირებს თავზე გამონაშეერებით, მთის მდინარეების ამომშრალ კალაპოტებს და ვიწრო ხეობების ფსკერებს. რომლებშიც კოკისპირული წვიმების დროს წარმოიქმნება მძლავრი ნაკადები.

მთებში სამუშაოების დაწყებამდე საძიებო პარტიის ყველა თანამშრომელმა უნდა შეისწავლოს მთების ფერდობებზე ასვლისა და ჩამოსვლის, ხოლო მაღალმთიან რაიონებში ალპინისტური მოწყობილობების გამოყენების წესები: ჟანგბადის უკმარისობის პირობები საჭიროა დაზღვევის წესების და მოძრაობის რეჟიმის ცოდნა, უამინდობის, ნისლის, თოვისა და ძლიერი ქარის დროს მიწის შემშრობამდე მთებში მუშაობა უნდა შეწყდეს. სახიფათო ადგილებში: ხრამზე, ხეობის ლავგარდანებზე; კარნიზებზე; ჩამონაშალებზე და ციცაბო ფერდობებზე მომუშავეს თოკი უნდა ჰქონდეს შემოკრული, რომელსაც საიმედოდ ამაგრებენ. მზის ჩასვლის შემდეგ მთებში ძალიან ჩქარა ბინდდება, ამიტომ სამუშაო დროზე უნდა დამთავრდეს.

დაუსახლებელ რაიონებში მუშაობისას თითოეული საძიებო ქვედანაყოფს უნდა ჰქონდეს საავარიო აღჭურვილობა, ორი შემოწმებული კომპასი, ტოპოგრაფიული რუკა, აფთიაქი, წყალშეუღწევად გარსში მოთავსებული ასანთები, სანადირო თოფი ვაზნების მარაგით. სურსათის ხელშეუხებელი მარაგი (უდაბნოში წყლის მარაგი), დანა, ცული, თოკი, რაკეტის სასროლი პისტოლეტი რაკეტების კომპლექტით. ყველა თანამშრომელს უნდა შეეძლოს კომპასის, მზის, ვარსკვლავების და ადგილობრივი საგნების მიხედვით ორიენტირება.

ვისაც მოუწევს უცნობი მარშრუტით გამგზავრება ბანაკში უნდა დატოვოს თავისი მომავალი მოძრაობის სქემა, გზადაგზა ხეებზე გააკეთოს შენათალი ან ჩამოამტვრიოს ტოტები, გამოსაჩენ ადგილებში დატოვოს ბარათები გულმკერდის სიმაღლეზე ბუჩქებზე, ხეებზე და ასევე გააკეთოს მცირე ამონათხრები.

ბანაკიდან წასვლა სამუშაოს ხელმძღვანელის გარეშე აკრძალულია. საძიებო პარტიის ერთი წევრის ან ჯგუფის არყოფნა უცნობი მიზეზით მცირედასახლებულ და დაუსახლებელ რაიონებში საგანგებო შემთხვევაა, რისთვისაც საჭიროა სასწრაფო ზომების მიღება.

გზააბნეულთა ძებნა უნდა აწარმოოს არანაკლებ ორმა რაზმმა, საძიებო პარტიის უფროსის მიერ დამუშავებული გეგმის მიხედვით და ადგილობრივი პირობების გათვალისწინებით. საძებნმა რაზმმა უნდა შეარჩიოს ღამისა და დღის სადგომები ამაღლებულ ადგილებში და აუცილებლად დაანთონ კოცონი.

საშველი ვერტმფრენების ხმაურის გაგონებისას გზააბნეულებმა უნდა ანიშნონ: დღისით – ბოლით, ღამით კი კოცონის ალით. ძებნის გაჭიანურებისას, შორიდან შესამჩნევ სიმაღლეებზე განალაგებენ სამორიგეო პუნქტებს, სინათლისა და ბგერის სიგნალიზაციის განხორციელებისათვის (ბოლი, ცეცხლი, დროშები, ზარის რეკვა, რაკეტები, თოფის გასროლა) დახმარებისათვის უნდა მიმართონ ადგილობრივ მოსახლეობას.

ძიების განხორციელებისას აუცილებელია ადგილობრივი მმართველობის ინფორმირება. საფლობი და ჭაობების გამოკვლევისას საჭიროა განსაკუთრებული სიფრთხილის დაცვა. მუშები უნდა მიდიოდნენ არა ერთმანეთის გვერდით, მაგრამ საკმაოდ ახლო მანძილზე, რომ საჭიროების შემთხვევაში შეეძლოთ ერთმანეთისათვის დახმარება. ლატანის გადაცემა ან თოკის გადაგდება. თითოეულმა თანამშრომელმა უნდა იქონიოს არა ნაკლებ 2 მ სიგრძის სარყე ჭაობის ზედა ქერქის სიმკვრივის შესამოწმებლად.

საძიებო პარტიის გადასვლისას მდინარის ფონზე პირველად უშვებენ თანამშრომელს, რომელმაც კარგად იცის ცურვა. მას ირგვლივ შემოახვევენ თოკს, რომლის ბოლო ნაპირზე უჭირავთ. იგი იკვლევს წყლის სიღრმეს და მისი ღინების სიჩქარეს. ფონს ორივე მხრიდან აღნიშნავენ სარყეებით გადასასვლელის ღერძიდან 1,5–2 მ-ზე.

მდინარის ფონზე გადასვლა დაცვის გარეშე შეიძლება მხოლოდ მაშინ თუ მისი სიღრმე არ აღემატება 0,6 მ-ს. ხოლო ღინების სიჩქარე – არა უმეტეს 3 მ/წმ. ნაკადის დიდი სიღრმისა და სიჩქარის დროს ფონზე გადასვლა შეიძლება მხოლოდ ნაპირზე მიმაგრებული თოკის დახმარებით. ცურვის არამცოდნენი მდინარეს გადიან ამხანაგის თანხლებით. ცხენით გადასვლისას ფონის სიღრმე არ უნდა აღემატებოდეს 1,3 მ-ს 2 მ/წმ ღინების სიჩქარის დროს და 0,8 მ-ს 3–4 მ/წმ ღინების სიჩქარისას. ცხენი უნდა გავიყვანოთ ღინების საწინააღმდეგო მიმართულებით. მოძრაობა უნდა იყოს მდორე და უწყვეტი. მხედარმა ფეხები უნდა გამოიღოს უზანგებიდან.

საპალნიანი ცხენებისათვის ფონის სიღრმე შეადგენს 0,4 მ. თუ წყლის სიჩქარეა 3–4 მ/წმ. და 0,6 მ-ს 1,5–2 მ/წმ ღინების სიჩქარისას.

საკიდებზე გადასვლის შემთხვევაში გამოსაყენებელ თოკებს ან ბაგირებს უნდა ჰქონდეს არანაკლებ 7–5 ჯერადი სიმტკიცის მარაგი და გამწვევტი ძალა არა ნაკლებ 600 კგ/სმ².

ყინულზე გადასვლისას განსაკუთრებით გაზაფხულზე, როცა იგი მყიფეა, საჭიროა განსაკუთრებული სიფრთხილის დაცვა. პერიოდულად უნდა შემოწმდეს ყინულის სისქე. 100 კგ-მდე საერთო წონის ტვირთის გადატანისას ყინულის სისქე უნდა იყოს არანაკლებ 8–10 სმ, ხოლო ავტომობილის გადასვლისას არანაკლებ 30–35 სმ. სისქის. თხელ ყინულზე საჭიროა ჯაჭვურად სვლა, ერთ საერთო თოკზე ჩაჭიდებით, რათა ყინულში ჩავარდნილისათვის შეიძლებოდეს დახმარების აღმოჩენა.

ყინულოვან გადასასვლელებზე საჭიროა მგზავრების გამოყვანა ავტომობილებიდან, ხოლო მძღოლებმა უნდა წაიყვანონ ავტომობილი კაბინის ღია კარებით, არა უმეტეს 10 კმ/ს სიჩქარით.

ტყეზე ან ბუჩქნარზე გასვლისას წინ მოსიარულენი უნდა ეცადონ არ მოახვედრონ გადაღუნული ტოტები უკან მოსიარულეებს და არ დააზიანონ ისინი სარტყეების, სამფეხების, ძალაყინის, ცულის და სხვა ხელსაწყოების წვერით. ამიტომ ბილიკზე გაგლისას მაძიებელთა შორის მანძილი უნდა იყოს არანაკლებ 3–5 მ.

არსებულ გზებზე საძიებო სამუშაოთა ჩატარებისას ავტომობილების ინტენსიური მოძრაობის პირობებში მომუშავე რგოლის ორივე მხარეს 50–100 მ-ზე აყენებენ მარეგულირებლებს წითელი და ყვითელი დროშებით.

რკინიგზების გადაკვეთებზე გადაღების სამუშაოების შესრულების დროს მატარებლების მოძრაობაზე თვალყურის სადევნებლად სპეციალურად გამოჰყოფენ მუშას, რათა მან დროულად მისცეს სიგნალი მატარებლის მოახლოების შესახებ. ამ სამუშაოების შესრულება უამინდობისა და ცუდი ხილვადობის დროს აკრძალულია.

ელექტროგადამცემის საჰაერო ხაზის მავთულების ჩამოკიდების სიმაღლეს განსაზღვრავენ კუთხესაზომი ხელსაწყოთი გზაზე დაკვალული ბაზისის საფუძველზე. დაუშვებელია მავთულის ჩამოკიდების სიმაღლის გაზომვა უშუალოდ ლატანით ან სარყით.

მცურავი საშუალებების გამოყენების წინ საჭიროა დავრწმუნდეთ მათ გამართულობაში. საჭიროა ვიქონიოთ საჭირო მოწყობილობა: ნიჩბები, ნიჩბის პალოები, ბაგირები, თოკები, ვედროები, წყლის გადასასხმელად და მაშველი რგოლები ან ქამრები.

დატვირთულ მდგომარეობაში ნავის ბორტების ამაღლება წყალს ზემოთ უნდა იყოს არანაკლებ 20 სმ, ხოლო ქარიან ამინდში – 40 სმ.

სახილო გადასასვლელზე ჰიდრომეტრიული სამუშაოების შესასრულებლად დაიშვებიან მხოლოდ ის თანამშრომლები, რომლებმაც კარგად იციან ცურვა და ნიჩბის მოსმა.

საინჟინრო-გეოლოგიური ძიებების, ჰიდრომეტრიული, საბურღი, გვირაბგამყვანი და გეოფიზიკური სამუშაოების შესრულებისას და ასევე ქვიშიან უდაბნოებში ყოფნისას აუცილებელია უსაფრთხოების წესების შესრულება, რომლებიც ამ სახით სამუშაოებისათვის სპეციალურად არის გათვალისწინებული.

თუ ძიებისას უბედური შემთხვევის შედეგად დაზარალებულმა დაკარგა შრომისუნარიანობა 3 დღეზე მეტი სამუშაო დღის განმავლობაში, საჭიროა ეს შემთხვევა რეგისტრირებულ იქნას სათანადო ფორმით, მიზეზის დადგენითა და დამნაშავეების აღნიშვნით.

საინჟინრო-ტექნიკურმა პერსონალმა ყურადღებით უნდა შეისწავლოს უსაფრთხოების ტექნიკის წესები და თვალყური ადევნოს, რომ მუშებმა იცოდნენ და დაიცვან ეს წესები.

საძიებო ექსპედიციების, პარტიების, რაზმებისა და ბრიგადების ხელმძღვანელებს აკისრიათ პასუხისმგებლობა იმ უბედურ შემთხვევებზე, რომლებიც დაკავშირებულია შრომის დაცვის წესების დარღვევასთან.

თავი 7. საავტომობილო გზების ვარიანტების შედარება

7.1. გზების ვარიანტების შედარება სამშენებლო და საექსპლუატაციო ხარჯების მიხედვით

ძიებისა და ტექნიკური პროექტის დამუშავების პროცესში აუცილებელია გზების ვარიანტების ერთმანეთთან შედარება, იგი საჭიროა როგორც დიდ მანძილზე გზის საუკეთესო მიმართულების ამორჩევისათვის, ასევე რთულ პირობებში ცალკეული უბნების მდებარეობის შერჩევისათვის. ვარიანტების შედარებისას ვარაუდობენ, რომ თითოეული ვარიანტისათვის კერძო საპროექტო გადაწყვეტები: საპროექტო ხაზის მდებარეობა, ხელოვნურ ნაგებობათა და სავალი ნაწილის ტიპი და კონსტრუქცია და ა.შ. წარმოადგენს ყველაზე ოპტიმალურს. წინასწარი დაპროექტების პროცესში პროექტის ავტორმა ყველა შესაძლო ვარიანტი მაქსიმალური ყურადღებით უნდა დაამუშაოს და გადაწყვეტილება, საუკეთესოს არჩევაზე მიიღოს ობიექტური, რაოდენობრივი მონაცემების მიხედვით.

ვარიანტების შედარება შეიძლება გაწარმოთ სხვადასხვა მეთოდით. ეს დამოკიდებულია გზის სიგრძეზე, მის მნიშვნელობაზე, ღირებულებაზე თითოეული ვარიანტის მიხედვით და დაპროექტების სტადიაზე. ასე მაგალითად, ტექნიკური ძიების და არართულ ობიექტებზე ტექნიკური პროექტის შედგენის პროცესში ზოგჯერ საკმარისია ვარიანტების მიახლოებითი შეფასება ძირითადი მაჩვენებლების მიხედვით.

სხვადასხვა ვარიანტებისათვის განსაზღვრავენ მაჩვენებლებს, რომლებიც ახასიათებენ გზაზე სამუშაოთა მოცულობას, ტვირთებისა და მგზავრების გადაადგილების მოხერხებულობასა და მოძრაობის უსაფრთხოებას. უნდა აღინიშნოს, რომ ეს მეთოდი ამჟამად ფართოდ გამოიყენება საზღვარგარეთ მაღალი კატეგორიის გზების დაპროექტებისას ვარიანტების შედარებისას მისი სიმარტივისა და თვალსაჩინოების გამო.

ანგარიშობენ ტრასის სიგრძეს და მისი განვითარების კოეფიციენტს; მოხვევის კუთხეების რიცხვს (სულ და 1 კმ-ზე), მოხვევის კუთხეების ჯამურ სიდიდეს $\sum \alpha$ -ს და მოხვევის კუთხის საშუალო სიდიდეს – $\alpha = \sum \alpha : n$, სადაც n – მოხვევის კუთხეების რაოდენობა; მრუდების რადიუსის საშუალო სიდიდეს

$$R_p = 57,3(\sum K) : (\sum \alpha),$$

სადაც $\sum K$ მრუდების შემაჯამებელი სიგრძეა.

მხედველობაში იღებენ აგრეთვე მინიმალური რადიუსის მქონე მრუდების და სერპანტინების რაოდენობას გეგმაში; დასახლებული პუნქტების საზღვრებში

გამავალი, აგრეთვე დიდი და ზღვრული ქანობების მქონე უბნების სიგრძეს, იმ უბნების სიგრძეს, სადაც მოძრაობის დასაშვები სიჩქარე შეზღუდული (დასახლებული პუნქტები, გადაკვეთები ერთ დონეზე, შეზღუდვები მცირე რადიუსის მრუდებზე და სხვა).

საავტომობილო გზებისა და რკინიგზების გადაკვეთების რაოდენობას ერთ და სხვადასხვა დონეზე;

დიდი ხიდების რაოდენობას და მათ სიგრძეს;

სპეციალური საინჟინრო ნაგებობების ზომებს და რაოდენობას (გვირაბები, თოვლდამცავი გალერეები, საყრდენი კედლები, აივნები და სხვა);

იმ ადგილების რაოდენობას, სადაც შესაძლებელია მოძრაობის შეწყვეტა მეწყერისა და თოვლის ჩამოწოლის გამო და სხვა;

მიწის სამუშაოების მოცულობას, მათ დაყოფას ჯგუფებად დამუშავების სიძნელის მიხედვით. მოთხოვნილებას ძირითად სამშენებლო მასალებზე და მათი ზიდვის საშუალო მანძილს;

საერთო მოთხოვნილებებს ძირითად მექანიზმებში და სამუშაო ძალაში.

მოყვანილი ჩამონათვალი გვაძლევს საკმაოდ სრულ წარმოდგენას შესაღარებელ ვარიანტებზე, მაგრამ სხვადასხვა მაჩვენებლების ერთმანეთს შორის დაპირისპირება ძალიან რთულია. გეგმის საუკეთესო მაჩვენებლების მქონე ვარიანტს შეიძლება გააჩნდეს საშენი მასალების ზიდვის დიდი საშუალო მანძილი ან სამუშაოთა უფრო დიდი მოცულობა.

ტრასის მოკლე მანძილზე გზის გაყვანის ვარიანტი ჩვეულებრივ დაკავშირებულია სამუშაოთა დიდ მოცულობასთან, აგრეთვე ჭაობების, ხრამების და მდინარეთა გადაკვეთების აუცილებლობის გამო, რომელთა აცილება შეიძლება სხვა ვარიანტში.

თუ შევარჩევთ ვარიანტს სამუშაოთა მინიმალური მოცულობით, მაგრამ დიდი სიგრძით, ეს გამოიწვევს ავტომობილის საექსპლუატაციო და გზის მოვლა-შენახვისთვის საჭირო თანხების გადიდებას, ამიტომ ზემოთ მოყვანილ ვარიანტთა მაჩვენებლები საჭიროა დავუპირისპიროთ ერთმანეთს ისე, რომ თავიდან ავიცილოთ მცდარი დასკვნები.

ვარიანტების შედარების განზოგადოებულ მაჩვენებლად შეიძლება ჩაითვალოს თითოეული მათგანის დაყვანილი ღირებულება. მოძრაობის დიდი ინტენსიობის დროს, დიდი სიგრძის ვარიანტის შემთხვევაში საექსპლუატაციო ხარჯები იზრდება იმდენად, რომ რამდენიმე წლის განმავლობაში შეიძლება გადააჭარბოს მშენებლობის დროს მიღებულ მთლიან ეკონომიას, რთული, მაგრამ მოკლე გზის

მშენებლობის ღირებულებასთან შედარებით. ამიტომ საჭიროა ერთდროულად შეფასდეს როგორც სამშენებლო, ისე საექსპლუატაციო ხარჯები. ახალი გზების მშენებლობა ან არსებული გზების რეკონსტრუქცია საშუალებას გვაძლევს უფრო რაციონალურად მოვაწყოთ მიზიდულობის რაიონში ტვირთების გადაზიდვა და მგზავრთა გადაყვანა. ეს გვაძლევს ეკონომიკურ ეფექტს, როგორც ერთდროულად, ისე ყოველწლიურად, უშუალოდ ტრანსპორტზე და მიზიდულობის რაიონში არსებულ ეკონომიკის სხვა დარგებში.

გზის მშენებლობაზე ან რეკონსტრუქციაზე ეკონომიკური ეფექტის საერთო სიდიდე შედგება შემდეგი ნაწილებისაგან.

1. ეკონომიკური ეფექტი, მიღებული ავტომობილებით ტვირთის გადაზიდვისა და მგზავრთა გადაყვანის პირობების გაუმჯობესების შედეგად, რომელიც გზის მშენებლობაზე ან რეკონსტრუქციაზე უარის თქმის შემთხვევაში ასევე იქნებოდა განხორციელებული, მაგრამ უფრო ძვირად. ეკონომიკური ეფექტი მიიღება ავტომობილების მუშაობის პირობების გაუმჯობესების შედეგად საწვავი და საცხი მასალების, რეზინისა და მარაგნაწილების ნაკლები ხარჯვით, აგრეთვე გადაზიდვის მანძილის შემცირებით, მგზავრთა გადაყვანისა და ტვირთის გადაზიდვის ხანგრძლივობის შემცირებით.

2. ეკონომიკური ეფექტი, მიღებული პერსპექტიული ტვირთბრუნვის უფრო რაციონალური განაწილებით ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეებს შორის და საავტომობილო ტრანსპორტზე იმ ტვირთის გადართვით, რომელიც გზის არარსებობის დროს გადატანილი იქნებოდა ტრანსპორტის ნაკლებად ეფექტური სახეობით.

3. ეკონომიკური ეფექტი, მიღებული მიზიდულობის რაიონში განლაგებული არასატრანსპორტო დარგების საწარმოების მიერ, რეგულარული სატრანსპორტო მიმოსვლის უზრუნველყოფის შედეგად, საავტომობილო გადაზიდვების დროს ტვირთის დანაკარგების შემცირების, დეფიციტური ტვირთის დაგვიანებით მიტანის და სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ნელა გაზიდვის გამო გამოწვეული დანაკარგების ლიკვიდაციის შედეგად.

4. ეკონომიკური ეფექტი, მიღებული მიზიდულობის რაიონში გზის ექსპლუატაციაში შესვლის შემდეგ ახალი საწარმოების განვითარებისა და ბუნებრივი რესურსების ახალი წყაროების ათვისების შედეგად. ათვისებულ რაიონებში პროდუქციის წარმოებაზე საჭირო ხარჯები მცირდება ქალაქგარე ზონაში იზრდება პროდუქტების წარმოება და გაყიდვა, იწყება დეფიციტური სასარგებლო წიაღისეულის დამუშავება და სხვა.

ეკონომიკური ეფექტი, მიღებული არასაწარმოო სფეროში, მიზიდულობის რაიონების კეთილმოწყობით საავტომობილო გზების მშენებლობის შედეგად. სახელმწიფო ბიუჯეტში საწარმოებისა და ორგანიზაციების გადარიცხვების გაზრდით, რაც გამოწვეულია ახალი ეფექტური, სატრანსპორტო კავშირების წარმოშობით.

ეკონომიკური ეფექტი, მიღებული საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების რაოდენობის შემცირებით საავტომობილო გზების რეკონსტრუქციის შედეგად. თითოეული შემთხვევა დაკავშირებულია ეროვნული ეკონომიკის დანაკარგებთან მატერიალური წარმოების სფეროდან მოსამსახურეების ხანგრძლივი დროით ან მთლიანად გამოთიშვის გამო. უბედური შემთხვევები იწვევს აგრეთვე ავტომობილებისა და ტვირთების დაზიანებას. ამიტომ საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევებით გამოწვეული დანაკარგების შემცირება, ანაზღაურების ვადებში ხშირად აღწევს გზის რეკონსტრუქციის ღირებულების 20-30%.

მშენებლობის ეფექტურობის გამოძღვენების თითოეული ფორმის რაოდენობრივი შეფასება ხორციელდება გზის მშენებლობის შემდეგ წარმოქმნილი პირობების შედარებით იმ სიტუაციასთან, რომელიც იქნებოდა მოცემულ რაიონში ამ გზის მშენებლობაზე უარის თქმის შემთხვევაში.

ვარიანტების შეფასებისას მახასიათებელთა ზუსტი გამოთვლისათვის საჭირო მონაცემები მოყვანილია სხვადასხვა წყაროებში, რომლებიც მიძღვნილია საავტომობილო გზის მშენებლობისა და რეკონსტრუქციის დაფინანსების ეკონომიკური ეფექტურობის განსაზღვრისადმი.

არსებობს ვარიანტების შეფასების არაერთი მეთოდი. მაგ., ეკონომიურობის მაჩვენებლის მიხედვით ვარიანტების შედარების მეთოდი. მასში გათვალისწინებულია საავტომობილო გზების პირველდაწყებითი მშენებლობისა და შემდგომი რეკონსტრუქციის ღირებულება, ხარჯები გადაზიდვებზე, შრომის დანახარჯები გზის მშენებლობაზე, მის რეკონსტრუქციაზე და ტვირთის გადაზიდვაზე.

ვარიანტების შედარებისას ითვალისწინებენ ეროვნული ეკონომიკის მიერ მიღებულ დანაზოგს საგზაო-სატრანსპორტო ხარჯების შემცირების შედეგად გზის აშენების ან რეკონსტრუქციის გამო.

ვარიანტების შედარება უნდა გაწარმოთ კაპიტალური დაბანდების დაშორებულობისა და გაფანტულობის გათვალისწინებით. ამასთან, ვარიანტების შედარება ხდება ორი მაჩვენებლის მიხედვით: სამუშაო დროის დანაზოგითა და დანახარჯით, რომლებიც აუცილებელია ამ დანაზოგების დაგროვებისათვის. დანაზოგების შრომის ხარჯებთან დამოკიდებულებას ეწოდება ეკონომიურობის მაჩვენებელი. ორი ვარიანტიდან მიღებული უნდა იქნეს ის, რომლისთვის ეკონომიურობის მაჩვენებელი იქნება დიდი.

ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების მიხედვით ვარიანტების შედარების საკითხი მეტად რთულია და ამიტომაც, დღემდე არ არსებობს ერთიანი საერთო – მიღებული მეთოდი. ყველაზე მიზანშეწონილია კაპიტალური დაბანდების ეფექტიანობის კოეფიციენტის მიხედვით ვარიანტების შედარების მეთოდი. ამ შემთხვევაში ვარიანტის შერჩევისას განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მშენებლობის ტექნიკურ სირთულეს. რთულია, უბნები, სადაც საჭიროა სპეციალური ნაგებობების მოწყობა (დიდი ხიდები, გვირაბები, თოვლდამცავი გალერეები, საყრდენი კედლები და სხვა), სადაც მოსალოდნელია მეწყერები, ღვარცოფები, ჩამონაშლები, ჭაობები და ა.შ. ისინი ართულებენ მშენებლობას, ადიდებენ მასალების ხარჯს ზრდიან მშენებლობის ვადასა და ღირებულებას, ამიტომ უპირატესობა შეიძლება მიეცეს ვარიანტს, რომელიც გვერდს უვლის ასეთ რთულ ადგილებს.

უფრო ეფექტური საპროექტო გადაწყვეტის გამოვლინება ხდება რაოდენობრივი მაჩვენებლების მიხედვით ვარიანტების შედარებისას. აშკარაა, რომ ვარიანტების მიხედვით გადაზიდვათა მოცულობები უნდა იყოს ერთნაირი. ვარიანტების ეფექტურობა მედავნდება დაყვანილი ჯამური ხარჯების შედარებით, რომელთა გაანგარიშება წარმოებს ფორმულით:

$$P_{\text{დ.ჯ.ბ.}} = \frac{E_{\text{გ.}}}{E_{\text{დ.ბ.}}} K_{\text{დ.}} + \sum_1^{t_{\text{c}}} \frac{C_t}{(1 + E_{\text{დ.ბ.}})^t}, \quad (7.1)$$

სადაც E_n – შედარებითი ეფექტურობის ნორმატიული კოეფიციენტია მშენებლობის უკანასკნელი წლისათვის. სხვადასხვა ქვეყნებში მისი რეკომენდებულია სიდიდეა 0,08-0,12, K_d – ერთდროული ხარჯებია (კაპიტალური დაბანდებები) დაყვანილი მშენებლობის უკანასკნელი წლისათვის; t_c – ვარიანტების შედარების ვადა; C_t – მიმდინარე ხარჯებია (გადაზიდვაზე და რემონტზე) t წლისათვის.

საუკეთესო ვარიანტს შეესაბამება უმცირესი დაყვანილი ღირებულება. მაგრამ ამ ხერხით ადგენენ ვარიანტებიდან ყველაზე უკეთესს და არ ფასდება მისი ეფექტურობა ეროვნული ეკონომიკისათვის. კაპიტალური დაბანდების ეფექტურობას განსაზღვრავენ ფორმულით:

$$E = \frac{C_{\text{არს}} - C_{\text{პრ}}}{K_{\text{პრ}} - K_{\text{არს}}}, \quad (7.2)$$

სადაც ინდექსით „არს“ აღნიშნულია ერთდროული და მიმდინარე ხარჯები არსებული მდგომარეობის დროს (ე.ი. გზის ან სახიდე გადასასვლელის აშენებამდე), ინდექსით „პრ“ აღნიშნულია ხარჯები, რომლებიც გათვალისწინებულია პროექტით.

მშენებლობა ეკონომიკურად ეფექტურია თუ ეფექტურობის ფაქტიური კოეფიციენტი აჭარბებს ნორმატიულს

$$E \geq E_{\text{გ}}.$$

შედარებას ახდენენ ერთი საანგარიშო წლით, რომელსაც არჩევენ მოძრაობის ინტენსივობის ზრდის ტემპის მიხედვით (ცხრ. 7.1). მოძრაობის ინტენსივობის ხაზოვანი ზრდისას საანგარიშო წლად ითვლება მე-12 წელი.

ცხრილი 7.1

ინტენსივობის ყოველწლიური გაზრდის კოეფიციენტი	საანგარიშო წელი	ინტენსივობის ყოველწლიური გაზრდის კოეფიციენტი	საანგარიშო წელი
1.04	4	1.08	13
1.02	8	1.09	14
1.03	10	1.10	14
1.04	11	1.11	15
1.05	11	1.12	15
1.06	12		
1.07	13		

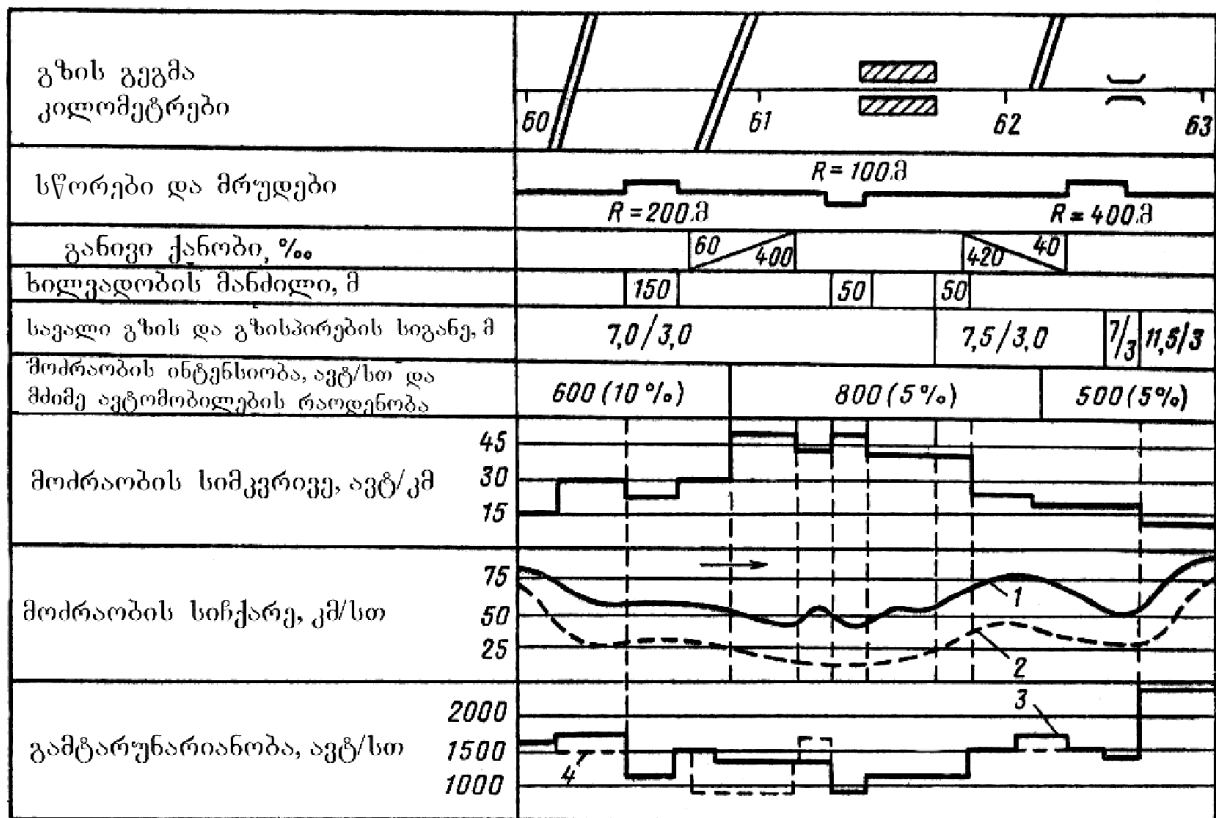
7.2. საავტომობილო გზების ვარიანტების შეფასება გამტარუნარიანობის მიხედვით

თანაბარი გამტარუნარიანობის უზრუნველყოფა მთელ სიგრძეზე ახალი გზების დაპროექტების შემთხვევაში ძნელია. გეგმის ელემენტებისა და პროფილის სიდიდეების განსხვავების გამო, მოძრაობის სიჩქარე ცალკეულ უბნებზე იცვლება. ამის გამო მოსაზღვრე უბნების გამტარუნარიანობა შეიძლება ძლიერ განსხვავდებოდეს.

გზის გამტარუნარიანობის შეფასებისათვის და იმ უბნების გამოვლინებისათვის, რომლებშიც პირველ რიგში შესაძლებელია მოძრაობის შეფერხება და საცობების წარმოქმნა, აგებენ გამტარუნარიანობის ხაზოვან გრაფიკებს (ნახ. 7.1). ამ გრაფიკის ასაგებად შეიძლება გამოყენებულ იქნას ორი ხერხი – საანგარიშო და შემცირების კოეფიციენტებისა.

მიახლოებითი საანგარიშო მეთოდი გამომდინარეობს სათანადო განტოლებებიდან. მოძრაობის ინტენსივობა, რომელიც შეესაბამება გამტარობის უნარს, ანუ, გზის უბნის გამტარუნარიანობა განისაზღვრება გრაფიკზე მათი გამომსახველი ხაზების გადაკვეთის წერტილით (ნახ. 7.2), მაგრამ საგზაო პირობების გავლენა გამოიხატება მხოლოდ თავისუფალი მოძრაობის სიჩქარის სიდიდით V_0 .

თუ საგზაო პირობების გაუარესება იწვევს თავისუფალი მოძრაობის სიჩქარის შემცირებას V'_0 -მდე, მაშინ სატრანსპორტო ნაკადის საშუალო სიჩქარე



ნახ. 7.1. გზის მონაკვეთის გამტარუნარიანობის გრაფიკი

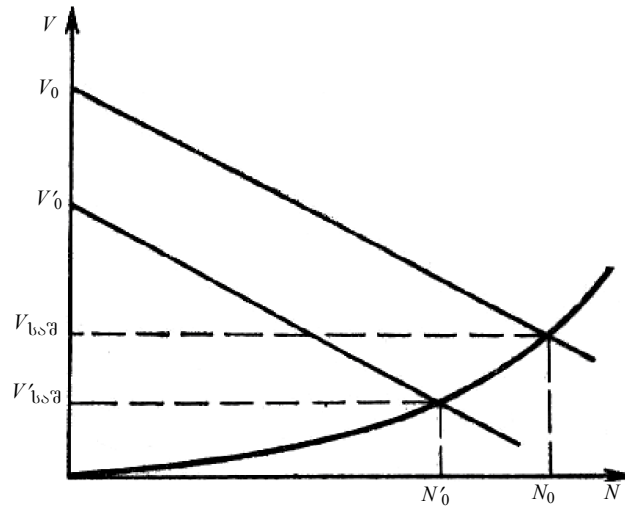
- 1 – ერთეული ავტომობილების სიჩქარე; 2 – ნაკადის საშუალო სიჩქარე;
3 – გამტარუნარიანობა სავალი გზის მონიშვნისა და საგზაო ნიშნების
არსებობისას; 4 – იგივე, მონიშვნის და ნიშნების არარსებობისას

მტკიცდება $V_{\text{საშ-მდე}}$ და გამტარუნარიანობაც შესაბამისად მცირდება N'_0 -მდე. ამასთან, მოძრაობის ინტენსიობაზე სიჩქარის დამოკიდებულების ხაზი თითქოსდა გადაადგილდება თავდაპირველი მდებარეობის პარალელურად V_0 სიჩქარის მიმართ, რომელიც შეესაბამება მოძრაობის თავისუფალ პირობებს. ამიტომ, თავდაპირველად აგებენ თავისუფალი მოძრაობის სიჩქარის გრაფიკს გზაზე ერთეული მსუბუქი ავტომობილებისათვის, ხოლო შემდეგ განსაზღვრავენ მათ შესაბამის გამტარუნარიანობას.

უფრო ფართო გამოყენება აქვს გამტარუნარიანობის განსაზღვრის II ხერხს, დამყარებულს ემპირიული კოეფიციენტების გამოყენებაზე. ისინი გამოხატავენ საგზაო პირობების გავლენას გამტარუნარიანობის ცვლილებაზე ჰორიზონტალურ, გეგმაში სწორ უბანთან შედარებით. ეს კოეფიციენტები დაადგინა პროფესორმა ვ. სილიანოვმა დაკვირვებათა მონაცემების მიხედვით. გზის რომელიმე უბნის გამტარუნარიანობა, მსუბუქი ავტომობილების დაყვანილი რაოდენობისათვის განისაზღვრება გამოსახულებიდან

$$N = N_{\max} \beta_1 \beta_2 \dots \beta_{13}, \quad (7.3)$$

სადაც $N_{\max}$ – მაქსიმალური პრაქტიკული გამტარუნარიანობაა; β_1, β_{13} – გამტარუნარიანობის შემცირების კოეფიციენტების არახელსაყრელი პირობების გავლენის გამო.



ნახ. 7.2. კავშირი ერთეული ავტომობილის თავისუფალი მოძრაობის სიჩქარეს, გზის გამტარუნარიანობასა და სატრანსპორტო ნაკადის საშუალო სიჩქარეს შორის

გამტარუნარიანობის შემცირების კერძო კოეფიციენტების მნიშვნელობა ორზოლიანი გზებისათვის მოყვანილია ქვემოთ შემოკლებული სახით.

მოძრაობის ზოლის სიგანე, მ	3,75	3,5	3,0
β_1	1,0	0,97	0,85

მანძილი სავალი ნაწილის წიბოდან გვერდულზე დაბრკოლებამდე, მ

2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0
-----	-----	-----	-----	-----	---

β_2 (სავალი ნაწილის სიგანისათვის 3,5 მ)

1,0	0,99	0,95	0,9	0,83	0,78
-----	------	------	-----	------	------

ავტომატარებლების რაოდენობა სატრანსპორტო ნაკადის შემაღეგელობაში

1	10	20	30
---	----	----	----

β_3 (მსუბუქი და საშუალო ტვირთამწეობის სატვირთო ავტომობილების რაოდენობა შეადგენს 20%-ს,

0,98	0,93	0,87	0,81
------	------	------	------

გრძივი ქანობი, %

20	30	40	50	60
----	----	----	----	----

β_4 (აღმართის 500 მ სიგრძისას და ავტომატარებლების 10%-ის დროს)

0,92	0,91	0,83	0,75	0,64
------	------	------	------	------

ხილვადობის მანძილი, მ

50	50-100	150-250	250-350
----	--------	---------	---------

β_5

0,68	0,73	0,90	0,98
------	------	------	------

მრუდების რადიუსი გვეგმაში, მ	>600	450-250	<100
β_6	1,0	0,96	0,85

მოძრაობის სიჩქარის შემცირება დასახლებულ პუნქტებში სამგზავრო ნიშნების მოქმედების ზონაში, სიჩქარედ, კმ/სთ	60	50	30	20	10
ბ ₇ და ბ ₁ გადაკვეთები ერთ ღონეზე.	1,0	0,98	0,88	0,76	0,49

ავტომობილების რაოდენობისას მარცხნივ შემოხვევის დროს % (სავალი ნაწილის სიგანე 7მ)	0	20	40	60	80
ბ ₈ გადაკვეთების დროს					
მოუწყობელი	0,94	0,82	0,70	0,57	0,47
კუნძულებით	0,98	0,96	0,91	0,84	0,84
ცვალებად სიჩქარეთა ზოლებით	1	1	1	1	0,95

გვერდულთა ტიპები	გამაგრებული ღორღით	გამაგრებული ნათესით	მშრალი არაგამაგრებული
ბ ₉	0,99	0,95	0,90
საფარის ტიპი	ხორკლიანი გაუმჯობესებული	ასფალტ-ბეტონის	ქვაფენილი
ბ ₁₀	1	0,87	0,42
მონაკვეთები ავტობუსების გაჩერებებთან, დასვენების მოედნებით	გზისგან გამოყოფით	სავალი ნაწილიდან გამოყოფის გარეშე	
ბ ₁₁	1,0	0,64	
მონიშვნის ზოლები	ღერძული ხაზი	აღმართებზე დამატებითი ზოლი	
ბ ₁₂	1,02	1,30-1,50	

7.3. საავტომობილო გზების ვარიანტების შეფასება მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიხედვით

გზაზე მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა განისაზღვრება არა მარტო ტრასის ცალკეული გეომეტრიული ელემენტების ზომებისადმი მოთხოვნების დაკმაყოფილებით, არამედ ამ ელემენტების ურთიერთშეხამებით. ამიტომ გზის ვარიანტების განხილვისას აუცილებელია მოხდეს მათი შეფასება მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფადობის ხარისხით. ამ მიზნით განხორციელებისათვის ფართოდ გამოიყენება ავარიულობის კოეფიციენტებისა და უსაფრთხოების კოეფიციენტების მეთოდები.

ავარიულობის კოეფიციენტების მეთოდი დამყარებულია საგზაო-სატრანსპორტო შემთხვევების სტატისტიკის მასალების განზოგადებაზე. ის განსაკუთრებით მოხერხებულია არსებული გზების რეკონსტრუქციის დროს საპროექტო გადაწყვეტის გაანალიზებისათვის. იგი საშუალებას გვაძლევს დიდი მოცულობის გაანგარიშებების გარეშე გამოვავლინოთ საშიში ადგილები საპროექტო დოკუმენტების საფუძველზე.

გზის უბნების საშიშროების ხარისხი ხასიათდება ავარიულობის შეჯამებული კოეფიციენტით. იგი წარმოადგენს იმ კერძო კოეფიციენტების ნამრავლს,

რომლებიც ითვალისწინებენ გეგმისა და პროფილის ცალკეული ელემენტების გავლენას მოძრაობის უსაფრთხოებაზე.

$$K_{\text{აგ}} = K_1, K_2, K_3, \dots, K_{14}. \quad (7.4)$$

კოეფიციენტები K_1 და $K_2, \dots, K_{14}$ წარმოადგენენ უბედურ შემთხვევათა რაოდენობის დამოკიდებულებას გეგმისა და პროფილის ელემენტის ამა თუ იმ სიდიდის დროს შემთხვევების რაოდენობასთან გზის ეტალონურ უბანზე: 7,5 მ სავალი ნაწილის სიგანით; გეგმაში სწორ, ჰორიზონტალურ უბანზე მტკიცე და ფართო გვერდულებით.

საგზაო უბედური შემთხვევების სამამულო და საზღვარგარეთის სტატისტიკის მასალათა მონაცემების ანალიზის შემდეგ მიღებული კოეფიციენტების საშუალო მნიშვნელობები მოყვანილია ქვემოთ.

მოძრაობის ინტენსიურობა ავტ/დღე-ღამეში	500		1000	3000		7000	>9000
K_1	0,40		0,50	0,75		1,0	1,7
სავალი ნაწილის სიგანე, მ	4,5		5,5	6		7,5	8,5
K_2 (გამაგრებული გვერდულებით)	2,2		1,5	1,35		1,0	0,80
K_2 (გაუმაგრებელი გვერდულებით)	4		2,75	2,5		1,5	1,0
გვერდულის სიგანე, მ	0,5		1,5	2		3	
K_3	2,2		1,4	1,2		1	
გრძივი ქანობი, %	20		30	50		70	80
K_4	1		1,25	2,5		2,8	3
(გამყოფი ზოლის გარეშე)	1,0		1,25	2,5		2,8	3
K_4 (გამყოფი ზოლით)	1,0		1,0	1,25		1,4	1,5
მრუდების რადიუსი გეგმაში, მ	50	100	150	200-300	400-600	1000-2000	>2000
K_5	100	5,4	4	2,25	1,6	1,25	1
გზის ხილვადობა, მ	100		200	300		400	500
K_6 გეგმაში	3		2,3	1,7		1,2	1,0
K_6 გრძივ პროფილში	4		2,9	2,0		1,4	1,0
ხიდეების სავალი ნაწილის სიგანე გზის სავალი ნაწ. მიმართ	ერთ მ-ზე ნაკლები		ტოლია	ფართოა 18		ფართოა 2 მ	
K_7	6		3	1,5		1,0	
სწორი უბნების სიგრძე, კმ	3	5	10	15		20	25
K_8	1	1,1	1,4	1,6		1,9	2
გადაკვეთები ერთ დონეზე მთავარ ქუჩაზე მოძრაობის ინტენსივობის დროს ავტ/დღე-ღამე	<1000		1600-3500	3500-5000		5000-7000	
K_9	1,5		2,0	3		4	
გადაკვეთის ტიპი მომთხრობით	სხვადასხვა დონეზე		ერთ დონეზე	მოძრაობის ინტენსივობის გადამკვეთ გზაზე % შეჯამებულიდან ორ გზაზე			
	≤10		10-20	20			
K_{10}	0,35	1,5	3,0	4,0			
გადაკვეთის ხილვადობა ერთ დონეზე მიერთებული გზით, მ	>60		60-40	40-30		30-20	<20
K_{11}	1		1,1	1,65		2,5	10

მოდრაობის ზოლების რაოდენობა	გამყოფი ზოლის გარეშე		გამყოფი ზოლით
2 3	4		4
K ₁₂ 1 1,5	0,8		0,65

7,5 10 ტროტუარები არის...

შეჭიდულობის კოეფიციენტის სიდიდე ფ	0,2-0,3	0,4	0,7	0,75
საფარის დახასიათება	სრიალა	სუფთა მშრალი	ხორკლიანი	ძალიან ხორკლიანი
K ₁₃	2,5	2,0	1,0	0,75

ავარიულობის კოეფიციენტების განსაზღვრის შედეგებს აფორმებენ ხაზოვანი გრაფიკის სახით (ნახ. 7.3). მათი აგებისათვის ანალიზს უკეთებენ გზის გეგმასა და პროფილს თითოეული მაჩვენებლის მიხედვით, რომლებიც ზემოთ არის მოყვანილი და იწერენ ავარიულობის კერძო კოეფიციენტის შესაბამის სიდიდეს. ყველა კოეფიციენტის გადამრავლება თითოეული უბნისათვის ვერტიკალურად იძლევა ავარიულობის ჯამური კოეფიციენტის სიდიდეს.

ავარიულობის ჯამური კოეფიციენტის ხაზოვან გრაფიკებზე მიზანშეწონილია სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით აღინიშნოს საგზაო უბედური შემთხვევების ადგილი რამდენიმე წლის განმავლობაში, რომლებიც ჩვეულებრივ, კარგად ემთხვევა გრაფიკის პიკებს. ავარიულობის ჯამური კოეფიციენტის ტოლი მნიშვნელობებისათვის, პირველ რიგში, რეკონსტრუქციას უკეთებენ იმ ადგილებს, სადაც მეტი შემთხვევა იყო რეგისტრირებული ან, რომლებიც ძლიერ დაზიანდნენ.

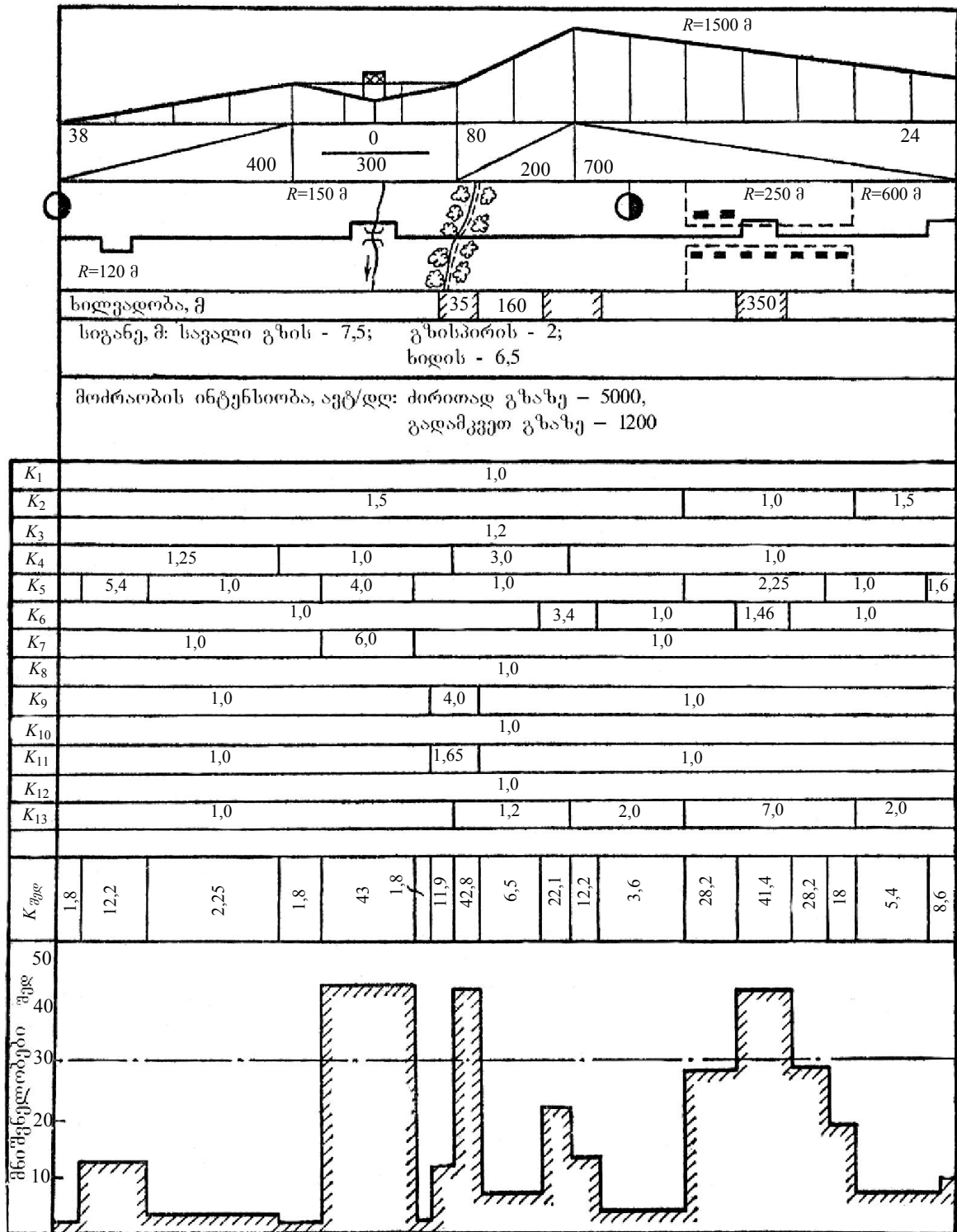
გზების რეკონსტრუქციის პროექტში ვაკე და ბორცვიანი რელიეფის პირობებში თუ ავარიულობის ჯამური კოეფიციენტი მეტია 20-25-ზე, საჭიროა პროექტის კორექტირება. იგივე მონაცემები სამთო პირობებისათვის არ უნდა აჭარბებდეს 40-ს.

ახალი გზების დაპროექტებისას მიზანშეწონილია თავიდან დაპროექტდეს უბნები, რომლებისთვისაც ავარიულობის კოეფიციენტი აჭარბებს 15-20-ს, სამთო პირობებისათვის 25-30-ს.

უსაფრთხოების კოეფიციენტების მეთოდი დამყარებულია ზემოთ აღნიშნულ კავშირზე, რომელიც არსებობს უბედური შემთხვევების ალბათობასა და მოძრაობის სიჩქარეების ფარდობას შორის გზის მოცემულ უბანზე.

გაანგარიშების საფუძველს წარმოადგენს მოძრაობის მაქსიმალურ სიჩქარეთა თეორიული გრაფიკი. მიღებულია სპეციალური პროგრამების მიხედვით გაანგარიშებით ან საანგარიშო ავტომობილის დინამიური ფაქტორის დიაგრამიდან.

არსებულ გზებზე მოძრაობის სიჩქარეების შეფასებისას შეიძლება გამოყენებულ იქნას სიჩქარეების გრაფიკი, რომელიც მიღებულია ექსპერიმენტულად.



ნახ. 7.3. ავარიულობის კოეფიციენტთა გრაფიკი

სიჩქარეების გაანგარიშების მეთოდში უსაფრთხოების კოეფიციენტის განსაზღვრისათვის შეაქვთ შემდეგი ცვლილებანი:

სიჩქარეების გაანგარიშებისას მხედველობაში არ ღებულობენ სიჩქარის ადგილობრივ შეზღუდვებს, დაწესებულს გზებზე მოძრაობის წესების მოთხოვნების

მიხედვით (სიჩქარის შეზღუდვა დასახლებულ პუნქტში; რკინიგზების გადასასვლელებზე, სხვა გზების გადაკვეთებზე, მცირე რადიუსის მრუდებზე, საგზაო ნიშნების მოქმედების ზონებში და სხვა). ამით თითქოს მხედველობაში მიიღება ცალკეული მძღოლების არადისციპლინირებულობა და არასაკმარისი გამოცდილების გავლენა.

მხედველობაში არ მიიღება დამუხრუჭების უბნები მოძრაობის სიჩქარის მდორე ცვლილებების დროს მცირე რადიუსის მრუდებზე, ვიწრო ხიდეებზე შესვლისას და ა.შ. გზის თითოეული უბნის ბოლოში განსაზღვრავენ მაქსიმალურ სიჩქარეს, რომელიც შეიძლება მასზე განვითარდეს, შემდგომ უბნებზე მოძრაობის პირობების გათვალისწინების გარეშე.

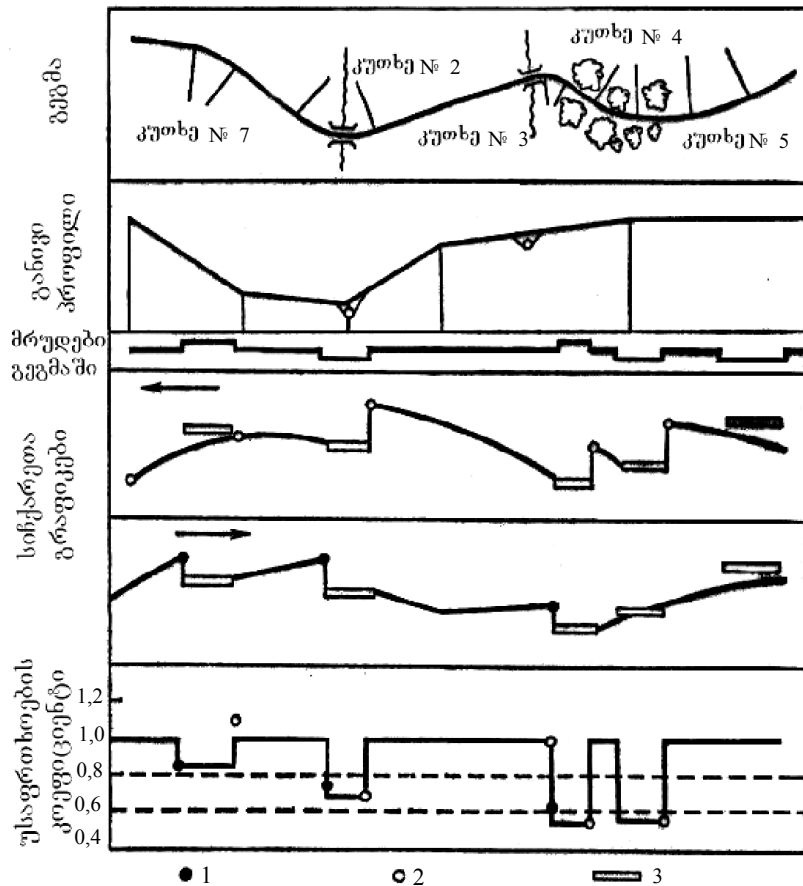
გეგმაში მრუდებზე მოძრაობის შესაძლებელ სიჩქარეს აფასებენ გამომდინარე განივი შეჭიდულობის კოეფიციენტის ზღვრული მნიშვნელობიდან, რომელიც უზრუნველყოფს ავტომობილის მდგრადობას სველი საფარის პირობებში. თვლიან, რომ მოძრაობის სიჩქარეები მატულობს მანამ, სანამ არ გადაამეტებენ სიდიდეს, რომელსაც უზრუნველყოფს გეგმის ან პროფილის რომელიმე ელემენტი. შემდგომი გაანგარიშების დროს ვარაუდობენ, რომ ავტომობილი შედის შემდგომ უბანზე სიჩქარით, რომელსაც მოცემული ელემენტი უზრუნველყოფს. ყველა ამ ცვლილებათა მიზანია უსაფრთხოების შეფასება მოხდეს გზებზე ავტომობილების მოძრაობის ყველაზე არახელსაყრელი რეჟიმის დროს.

მოძრაობის სიჩქარეების გაანგარიშებული გრაფიკების მიხედვით, ორი მიმართულებით განსაზღვრავენ სიჩქარეების შეფარდებას გზის თითოეულ ელემენტზე შესვლისას და სიჩქარეს, რომელიც დაშვებულია განსაზღვრული უბნის გეომეტრიული ელემენტით.

მიღებული მონაცემების მიხედვით აგებენ გზის სიგრძეზე უსაფრთხოების კოეფიციენტების სიდიდის ცვლილების გრაფიკს (ნახ. 7.4). უბნები, რომლებისთვისაც უსაფრთხოების კოეფიციენტი 0,4-ზე ნაკლებია, მეტად საშიშია მოძრაობისათვის, 0,4-0,6-მდე საშიშია, 0,6-დან 0,8-მდე ნაკლებად საშიშია, როდესაც $>0,8$ -ზე, საგზაო პირობები არ ახდენენ გავლენას მოძრაობის უსაფრთხოებაზე.

სამთო ან რთული რელიეფის პირობებში მეტად ხელსაყრელია სამუხრუჭე მანძილთა ეპიურის მეთოდი, შემუშავებული პროფ. კ. მჭედლიშვილის მიერ გასული საუკუნის 80-იანი წლების დასაწყისში*.

* იხ. კ. მჭედლიშვილი, ა. ბურდულაძე „საავტომობილო გზების დაპროექტების საფუძვლები“. სტუ. თბილისი 2016 წ.



ნახ. 74. უსაფრთხოების კოეფიციენტის გრაფიკი
 1 – კოეფიციენტები მარჯვნივ მოძრაობისათვის; 2 - იგივე, საწინააღმდეგო მიმართულებით; 3 - მრუდზე დაშვებული სიქარე

სამუხრუჭე მანძილთა ეპიურის მეთოდის მიხედვით ძალზე სახიფათო უბნები მაჩვენებლით $K \geq 1,6$, სახიფათო თუ $K \geq 1,4$, ნაკლებად სახიფათო $K \geq 1,2$, უსიფათო $K \geq 1,0$.

შესადარებელ ვარიანტებზე სამივე მეთოდის გამოყენებისას მოძრაობის საშიშროების ხარისხის მთავარ მაჩვენებელს წარმოადგენს უბნების რაოდენობა, რომელიც არ აკმაყოფილებენ უსაფრთხოების კრიტერიუმების დასაშვებ ზღვრულ მნიშვნელობებს. განზოგადოებული მაჩვენებლის სახით შეიძლება განისაზღვროს უსაფრთხოების, ავარიულობის კოეფიციენტების და სამუხრუჭე მანძილთა საშუალო სიდიდეები, როგორც მართკუთხედის ორდინატების საშუალო სიდიდე, რომელიც ფართობით უსაფრთხოების, ავარიულობის კოეფიციენტების ან სამუხრუჭე მანძილთა ეპიურის საფეხუროვანი გრაფიკის ტოლია.

ლიტერატურა

1. Hans Lorens. Trassierung und Gestaltung. München, 1995. s. 435.
2. Coquand R., Routes. Circulation-Trace-Construction. Kivres I et II EYROLLES. Paris. 1995. p.578.
3. Бабков В., Андреев О. Проектирование автомобильных дорог. ч. I, 367 с. ч. II. 413 с. Москва, Транспорт, 1987.
4. Глушков Г., Бабков В. Изыскания и проектирование аэродромов. 615 с. Москва, Транспорт, 1991.
5. Highway engineering handbook. Roger L. Brockenbrough. 2009. p. 885

შინაარსი

თავი 1. აეროდრომები და ვერტოდრომები	3
1.1. შესავალი	3
1.2. საჰაერო მიმოსვლა და მისი სახმელეთო ინფრასტრუქტურა	3
1.3. აეროპორტებისა და აეროდრომების კლასიფიკაცია	4
1.4. აეროდრომი და მისი ძირითადი ელემენტები	9
1.5. თვითმფრინავის თვლების ზემოქმედება აეროდრომის ფენილებზე	11
1.6. თვითმფრინავის ძრავებიდან წარმოქმნილი გაზების ნაკადის მოქმედება აეროდრომის ფენილებზე	18
1.7. აეროდრომის საფრენი ველის რელიეფი	19
1.8. აეროდრომის გრუნტის საფრენი ზოლები	21
1.9. წყლის მოცილება საფრენი ველიდან	23
1.10. აეროდრომები მოკლე აფრენა დაჯდომის საჰაერო ხომალდებისათვის	28
1.11. სავერტმფრენო სადგურები და ვერტდრომები	30
1.12. სავერტმფრენო სადგურების სასამსახურო-ტექნიკური ტერიტორია და მისი განაშენიანება	39
თავი 2. არახისტი საგზაო სამოსების ბაანგარიშება	43
2.1. დატვირთვები გზის სამოსზე	43
2.2. არახისტი საგზაო სამოსის სიმტკიცე	45
2.3. საგზაო სამოსების სისქის საანგარიშო მეთოდები	48
2.4. საგზაო სამოსის სისქის გაანგარიშება ზღვრულად დასაშვები დრეკადი ჩაღუნვის მიხედვით	50
2.5. საგზაო სამოსის არაბმული მასალისაგან მოწყობილ ფენების შემოწმება ძვრის მიმართ მედეგობაზე	58
2.6. ბმული მასალისაგან მოწყობილი საგზაო სამოსის ფენების შემოწმება გამჭიმავ ძაბვებზე	62
თავი 3. ხისტი საგზაო სამოსების და ფუძეების ბაანგარიშება	64
3.1. ხისტი საგზაო სამოსების მუშაობის თავისებურებანი	64
3.2. ფილების გაანგარიშება გარე დატვირთვის მოქმედებაზე	65
3.3. გამაგრებულ საფუძვლიანი ბეტონის საფარების გაანგარიშება	70
3.4. ბეტონის არსებული ფენილების გაძლიერება	72
3.5. ხისტი საგზაო სამოსების გაანგარიშება ტემპერატურულ ძაბვებზე	73

თავი 4. ნახევრადხისტი კომპოზიციური საბზაო ფენილები	78
4.1. დანიშნულება და ტექნიკური მოთხოვნები	78
4.2. ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილების შექმნის თეორიული საფუძვლები	79
4.3. ნახევრადხისტი ფენილების კლასიფიკაცია და კონსტრუქციები	87
თავი 5. საპროექტო – საძიებო სამუშაოები	90
5.1. საპროექტო - საძიებო სამუშაოთა სახეობანი	90
5.2. საბზაო მშენებლობის ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება (ტედ)	92
5.3. მოთხოვნები ტექნიკური პროექტის მიმართ	94
5.4. ტექნიკური პროექტის შედგენილობა და გაფორმება	97
5.5. სამუშაო ნახაზები	103
5.6. საპროექტო გადაწყვეტილებათა საიმედოობის უზრუნველყოფა	104
5.7. კომპიუტერული ტექნიკისა და პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენება საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების დაპროექტების დროს	107
თავი 6. საავტომობილო გზებისა და აეროდრომების ძიება	111
6.1. საძიებო პარტიის მუშაობის ორგანიზაცია	111
6.2. ტრასის გაყვანა ადგილზე	117
6.3. გეოდეზიური სამუშაოები ძიების პროცესში	121
6.4. ნიადაგებისა და გრუნტის საინჟინრო გეოლოგიური გამოკვლევები გზების ძიებისას	128
6.5. საბზაო-საშენი მასალების კარიერების ძიება	133
6.7. უსაფრთხოების ტექნიკა საავტომობილო გზების და აეროდრომების ძიების დროს	137
თავი 7. საავტომობილო გზების მარშანტების შედარება	142
7.1. გზების ვარიანტების შედარება სამშენებლო და საექსპლუატაციო ხარჯების მიხედვით	142
7.2. საავტომობილო გზების ვარიანტების შეფასება გამტარუნარიანობის მიხედვით	147
7.3. საავტომობილო გზების ვარიანტების შეფასება მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიხედვით	150
ლიტერატურა	156