

მ. კვიციანიძე

# მონოდიტუჰი ბეჟონისა ღა რკინაბეჟონის გეჟნოდოგია

საქართველოს სსრ უმაღლესი და საშუალო სპეციალური განათლების სამინისტროს მიერ დამტკიცებულია დამხმარე სახელმძღვანელოდ პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამშენებლო ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის

38.626.1  
566. 977  
კ. 47

სახელმძღვანელო დაწერილია „სამშენებლო წარმოების ტექნოლოგიის“ კურსის პროგრამის მიხედვით და განკუთვნილია უმაღლესი სასწავლებლების სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის სპეციალობის სტუდენტებისათვის. ამ წიგნით სტუდენტი გაეცნობა ბეტონიდა და რკინაბეტონით მშენებლობის პირობებში სამუშაოთა წარმოების თანამედროვე ტექნოლოგიას, მონოლითური მშენებლობისათვის ტრადიციული ყალიბის კონსტრუქციის თანამედროვე სახე-ებსა და სპეცმშენებლობაში გამოყენებული დაყალიბების ახალ მეოდეებს.

სახელმძღვანელოში მოცემულია მშენებლობის პირობებში საარმატურო სამუშაოების ჩატარების წესები; ფართადაა გაშუქებული არმატურის თანამედროვე სახეები, მათი თვისებები და გამოყენების რაციონალური სფერო, ბეტონის სამუშაოთა წარმოების კომპლექსური პროცესი; განხილულია ბეტონის ნარევის დამზადების, გადაზიდვის, ჩაგების, გამკვრივების, მოვლისა და გამოყვანის საკითხები.

რ ე ც ე ნ ზ ე ნ ტ ე ბ ი : პროფესორი გ. ნ ი ნ ' უ ა ,  
პროფესორი ზ. წ ი ლ ო ს ა ნ ი

## შ ე ს ა ვ ა ლ ი

კაპიტალური შშენებლობა სახალხო მეურნეობის ერთ-ერთი ძირითადი დარგია. იგი მოიცავს როგორც ახალ შშენებლობებს, ისე საწარმოების შენობა-ნაგებობათა გაფართოებას, რეკონსტრუქციასა და ტექნიკურად განახლებას.

საშენებლო წარმოების ტექნოლოგია შეისწავლის საშენებლო პროცესების წარმოების მეთოდებს, საშენი მასალებისა და კონსტრუქციების შშენებლობაში გამოყენების საკითხებს. ამ დისციპლინის ერთ-ერთი ძირითადი ნაწილია მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის ტექნოლოგია, რომელსაც გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს თანამედროვე შშენებლობაში.

მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის მოვულობა ჩვენს ქვეყანაში დღით დღე იზრდება, 1985 წელს მან შეადგინა 100 მლნ მ<sup>3</sup>-ზე მეტი, ანუ ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოთა მთელი მოვულობის ოთქმის 45 %.

მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის ტექნოლოგია დამყარებულია თანამედროვე ტექნიკის ბაზაზე, და, როგორც წესი, ითვალისწინებს სამუშაოთა პროცესების წარმოების კომპლექსურ მექანიზაციას.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ეფექტური საშენებლო მასალებისაგან შედგენილი ასაწყობი კონსტრუქციებისაგან ყალიბების დაშვადება მათი ბრუნვაობის რიცხვის მკვეთრი გაზრდით. მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა ბეტონის ნარევის დაშვადება და ჩაგება სხვადასხვა სახის ქიმიური დანამატების გამოყენებით. ამჟამად სრულყოფილია ბეტონის გამყარების პროცესებიც. ყოველივე ზემოთ თქმულმა განაპირობა მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის ტექნოლოგიაში დამხმარე სახელმძღვანელოს შექმნა. ამასთან გათვალისწინებულია ის უარყოფითი, რომ ანალოგიურ საკითხზე სახელმძღვანელო ქართულ ენაზე გამოცემა 70-იანი წლების დასაწყისში და, ბუნებრივია, იგი უარონად ეგრ ითვალისწინებს საშენებლო ტექნიკის ბოლო წლების მიღწევებს.

სტანდარტების საერთაშორისო ორგანიზაციის (ISO) და ეკონომიკური ურთიერთდახმარების საბჭოს სტანდარტების მიხედვით დასაშვებია სხვადასხვა ფიზიკური სიდიდეებისა და განზომილებების ჩვენება მხოლოდ ლათინური და ბერძნული ალფაბეტის ასოებით. ურჯურობით ეს მოთხოვნა ჩვენს სპეციალურ ლიტერატურაში მხოლოდ ნაწილობრივად განხორციელებული; იგი მოითხოვს გარკვეულ დროს მდლიანად გადავიდეთ საერთაშორისო სტანდარტებში მიღებულ აღნიშვნებზე. ამიტომ, წინამდებარე წიგნშიც შშენებლობაში მიღებული სხვადასხვა სიდიდეები ძირითადად მოცემულია ლათინური აღნიშვნებით, ზოგიერთი ფართოდ გავრცელებული განზომილება აღინიშნება ქართული ასოებითაც. ამათუ იმ მასალის ან ნორმატიული დოკუმენტის მიღებული შემოკლებითი დასახელება გაუგებრობის და მუშაობაში უხერხულობის თავიდან აცილების მიზ-

ნით მიღებულია უპარტამანოდ და აღინიშნება ორიგინალის მიხედვით.

I. ძ ი რ ი თ ა დ ი ც ნ ო ბ ე ბ ი მ ო ნ ო ლ ი თ უ რ ი  
ბ ე ტ ო ნ ი ს ა და რ კ ი ნ ა ბ ე ტ ო ნ ი ს  
შ ე ს ა ხ ე ბ

ბეტონისა და რკინაბეტონისაგან დაშაღებული კონსტრუქციები ფართოდ გამოიყენება მშენებლობის სხვადასხვა დარგში. ეს განპირობებულია როგორც მათი მაღალი ფიზიკურ-მექანიკური თვისებებით, ისე ხელსაყრელი ტექნიკურ-ეკონომიკური მარჯვენებლებით. ამასთან, ბეტონი და რკინაბეტონი ხანგამძლეა, ახასიათებს კარგი წინააღობა ტემპერატურის და ტენის ზემოქმედების მიმართ. ბეტონის დაშაღებისათვის ერთ-ერთი ძირითადი კომპონენტი ადგილობრივი მასალა (ქვიშა, ლორღი, ხრეში) და, ამიტომ, მისი მოხმარება ხელმისაწვდომი და ეკონომიკურად გამართლებულია ჩვენი ქვეყნის თითქმის ყველა რეგიონში.

ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციები მრავალი თანამედროვე ნაგებობებისა და შენობის განუყოფელი ნაწილია. მათგან აგებენ საძირკველს, შენობათა კარკასებს, კედლებს, გადახურვებს და სხვა სახის კონსტრუქციებს, სამრეწველო, სასოფლისა, საგზაო, ხიდების, გვირაბების, კაშხლების, სასილოსე და სხვა მრავალი საინჟინრო დანიშნულების ნაგებობებს.

ბეტონის სამუშაოების ტექნოლოგიის და მექანიზაციის დონე მსოფლიოში უკანასკნელ ათ წელიწადში საგრძნობლად ამაღლდა. შაღდება და ფართოდ გამოიყენება მობილური, მთლიანად ავტომატიზებული ბეტონსაზღელი და ნადგარები; რომლებიც იხმარება მონოლითურ მშენებლობაში. არსებობს საიმედო საშუალებები საშენებლო მოედანზე ნებისმიერ კლიმატურ პირობებში მოცემული კონდიციის ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირებისა და მოწოდებისათვის, ესევე მშენებლები აღჭურვილია ისეთი საშუალებებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბეტონის ნარევის ჩაგების მაღალ მწარმოებლურობას და მის მიწოდებას დიდ სიმაღლემდე და სიღრმეზე. შეიქმნა ყალიბის უნიფიცირებული სისტემები, რომელთა საშუალებით შესაძლებელია ძალზე რთული კონფიგურაციის კონსტრუქციების ფორმირება. ყოველივე ამან განაპირობა საგრძნობლად შემცირებულიყო მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის ღირებულება და შრომატევადობა, გაფართოებულიყო მათი გამოყენების სფერო.

უკანასკნელ წლებში შეიმჩნევა გარკვეული ძვრები მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის ახალი ტექნოლოგიის ბაზაზე გამოყენების საქმეში. აქ დიდი როლი შეასრულა ჩვენი ქვეყნის საშენებლო დარგის ინსტიტუტების მიერ შემუშავებულმა ბეტონის სამუშაოთა ტექნოლოგიამ, განსაკუთრებით უნ-

და აღინიშნოს საკავშირო სახმშენის ორგანიზაციის, მექანიზაციისა და ტექნიკური დახმარების ცენტრალური ინსტიტუტის ( ЦНИИОМТИ ) წვლილი ამ დარგის განვითარებაში. .

დაზზადების წესის მიხედვით არსებობს ბეტონისა და რკინაბეტონის მონოლითური, ასაწყობი და ასაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციები.

მონოლითურ კონსტრუქციებს აბეტონებენ ადგილზე, უშუალოდ საშენებლო ობიექტზე, საპროექტო მდგომარეობაში. ასაწყობი კონსტრუქციები მზადდება ქარხანაში ან პოლიგონებზე; შემდეგ კი გადააქვთ საშენებლო ობიექტზე და აყენებენ საპროექტო მდგომარეობაში.

ასაწყობ-მონოლითურ კონსტრუქციებს აზზადებენ ქარხნული წესით დაზზადებული ელემენტებისაგან, რომელიც შშენებლობის პირობებში მონოლითდება ერთ მთლიანობაში.

არმატურის მოწყობის მიხედვით არსებობს წინასწარ დაძაბული და წინასწარ დაუძაბავი რკინაბეტონის კონსტრუქციები.

წინასწარ დაძაბული რკინაბეტონი გაცილებით უფრო ზზარმედგია, ვიდრე ჩვეულებრივი. ამასთან, რაციონალურად გამოიყენება მაღალი სიმტკიცის ბეტონი და ლითონის არმატურა. ამ მასალისაგან შექმნილი კონსტრუქციები საშუალებას გვაძლევს ავსაგოთ დიდი მალის მქონე ნაგებობები.

სსრ კავშირის მსოფლიოში პირველი ადგილი უჭირავს ასაწყობი რკინაბეტონის წარმოებისა და გამოყენების საქმეში; ასევე დიდია მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის მოყულობებიც; თანაც სამუშაო მოყულობები ყოველწლიურად მატულობს. მაგალითად, 1954 წელს, როდესაც მასობრივად დაიწყო ასაწყობი კონსტრუქციების გამოყენება შშენებლობაში, დაზზადდა და დამონტაჟდა 3 მლნ. მ<sup>3</sup> ასაწყობი ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქცია, 1985 წელს კი - 130 მლნ. მ<sup>3</sup>. საგრძნობლად გაიზარდა აგრეთვე ისეთი კონსტრუქციების მოყულობაც, რომლებიც მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონისაგან მზადდება. მაგალითად, ამჟამად მონოლითური ბეტონი და რკინაბეტონი შეადგენს ბეტონის და რკინაბეტონის ყველა საშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოს თითქმის 45 %-ს.

მიღებულია რეკომენდაციები, რომლებიც მიმართულია შშენებლობაში მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის ინდუსტრიალიზაციის დონის ამაღლებისა და ამ დარგში სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის დაჩქარებისათვის.

მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის მოყულობათა გამოყენების უდიდესი ნაწილი მოდის შენობა-ნაგებობების, ტექნოლოგიური დანადგარების საძირკვლების მოწყობასა და ნულგვანი ციკლის სხვადასხვა სახის კონსტრუქციებზე. მონოლითური ბეტონის 15 % მოდის ბეტონის იატაკების, გზების და აეროდრომების ასაფრენ-დასაჯდომი ზოლების მოწყობაზე. დაახლოებით 16 %-ს შეადგენს შიდროტექნიკური და ენერგეტიკული დანიშნულების კონსტრუქციები, როგორცაა: კაშხლები, წყალმიმღები და წყალმიმყვანი ნაგებობები, ატო-

მურო ელექტროსადგურების რეაქტორების კორპუსები, ელექტროგადამცემი ხაზების საყრდენების საძირკვლები და სხვ. დანარჩენი 9-10 % მოდის სამრეწველო და სამოქალაქო დანიშნულების შენობების კარკასებზე, განსაკუთრებით იმ შენობებზე, რომელთა მიმართ სპეციალური მოთხოვნებია წამოყენებული; ასევეა მაღლივ ნაგებობებზე, როგორცაა: სამრეწველო დანიშნულების მილსადენები, კოშკები, რეზერვუარები და ა.შ. მონოლითური ბეტონის ნაწილი მიდის ასაწყობი კონსტრუქციების პირაპირების დასამშენებლად, პიდროიზოლაციის მოწყობაზე, კონსტრუქციების რემონტზე და სხვა წვრილ სამუშაოებზე.

მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების დამზადების ტექნოლოგია უკანასკნელ წლებში საგრძნობლად გაამდიდრა თანამედროვე ტექნიკის მიღწევათა გამოყენების საფუძველზე. მუშა პროცესების მაღალ ღონეზე შექანიზაციამ, სპეციალური სახის ყალიბების გამოყენებამ, ბეტონის გამყვრივების პროცესის დაჩქარებამ და სხვა ტექნოლოგიურმა ღონისძიებებმა საგრძნობლად შეამცირეს სამუშაოთა შრომატევადობა, ხანგრძლივობა და აამაღლეს შესრულების ხარისხი. ამ ბოლო დროს მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის გამოყენება იზრდება არა მარტო რაოდენობრივად, არამედ ნომინალტურის გაზრდის თვალსაზრისითაც. არსებული პროგნოზების თანახმად, ამ საუკუნის ბოლოს მისი მოცულობა ჩვენში მიაღწევს 400 მლნ მ<sup>3</sup>-ს.

მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის სამუშაოები რთული კომპლექსური პროცესებია. ისინი შედგება დამზადების, სატრანსპორტო და სამონტაჟო-ჩასასხმედი პროცესებისაგან, რომელთაგან ეს უკანასკნელი ძირითადი პროცესია. განუზოგადებულად ამ პროცესების კომპლექსს ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოები ეწოდება.

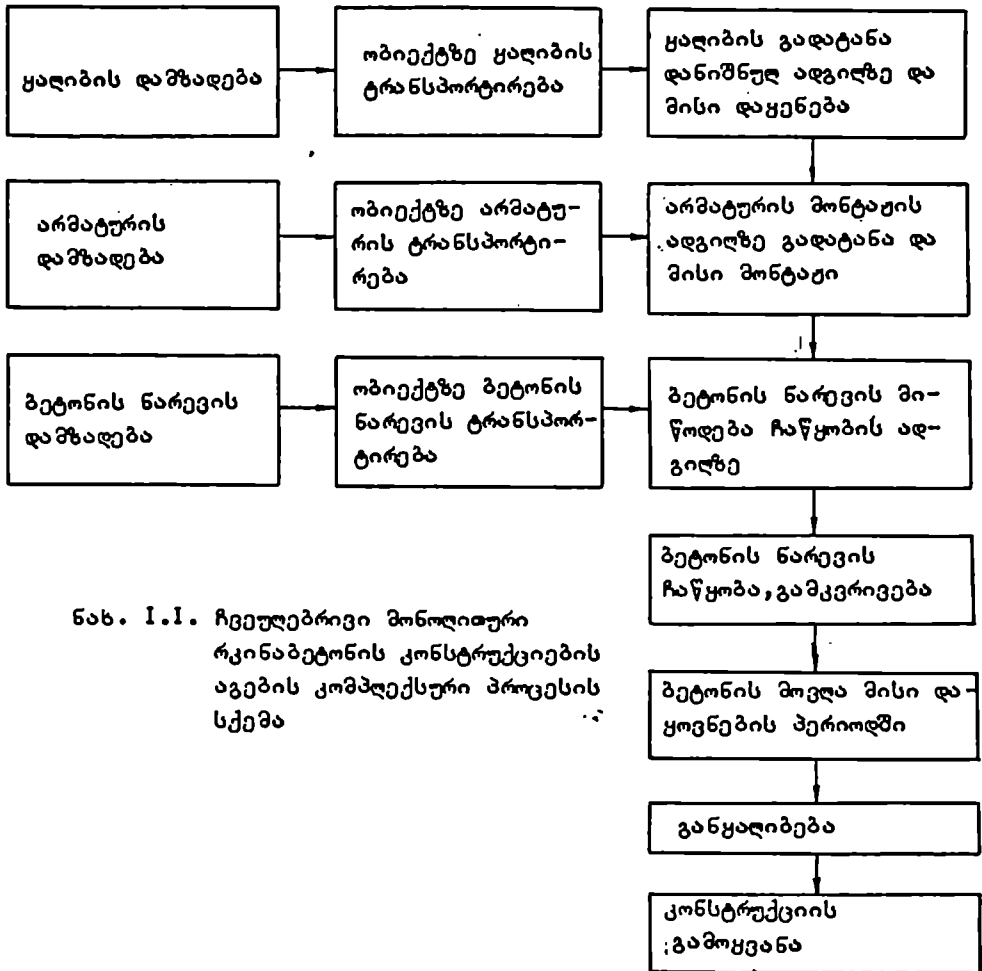
დამზადების პროცესებია: ყალიბის გაკეთება, არმატურის დამზადება და ბეტონის ნარევის მოწოდება. ამ პროცესების შესრულება ეკონომიკურად გამართლებულია წარმოებდეს სპეციალურ შექანიზებულ დანადგარებზე და მოწყობილობებზე საამქროებსა და ქარხნებში.

სატრანსპორტო პროცესები ითვალისწინებს ყალიბის, არმატურისა და ბეტონის ნარევის მიწოდებას სამშენებლო ობიექტებზე სათანადო სატრანსპორტო საშუალებათა გამოყენებით.

სამონტაჟო-ჩასაგებ სამუშაოთა პროცესები სრულდება უშუალოდ სამშენებლო მოედანზე. ყველა პროცესი, მათ შორის ყალიბისა და დამჭერი ხარაჩობის დაყენება, არმატურის მონტაჟი, ბეტონის ნარევის მიწოდება მისი ჩაგების ადგილზე, ბეტონის ნარევის ჩაგება და გამყვრივება, ბეტონის მოვლა მისი გამყარების პერიოდში, დამზადებული კონსტრუქციების განყალიბება და მათი გამოყვანა ტექნოლოგიურად დამოკიდებულია ერთმანეთზე და უნდა შესრულდეს გარკვეული თანამიმდევრობით. უმარცხეს შემთხვევაში წამყვან პროცესად მიიჩნევა ბეტონის ნარევის მიწოდება მისი ჩაგების ადგილ-

ზე. ამის მიხედვით განისაზღვრება სხვა საშუალებლო ობიექტების შესრულებისათვის საჭირო ვადებიც.

რკინაბეტონის კონსტრუქციებით შენობის აგებისას იყენებენ ყალიბს, არმატურასა და ბეტონის ნარევის, ამიტომ ეს პროცესი წარმოადგენს საყალიბო, საარმატურო და ბეტონის სამუშაოთა კომპლექსს (ნახ. I.I). ეს სამუშაოები საერთოდ გამოირჩევა დიდი შრომატევადობით, მაგრამ მათ შორის განსაკუთრებით აღსანიშნავია ყალიბისა და ხარაჩოების დაყენება. მაგალითად, I მ<sup>3</sup> მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციის აგების შრომატევადობა



ნახ. I.I. ჩვეულებრივი მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციების აგების კომპლექსური პროცესის სქემა

I, 7-3, 4 კაცდღეს შეადგენს. საყალიბო სამუშაოების შრომატევადობა საერთო შრომითი დანახარჯების 35-50 %-ია, საანბნატურო სამუშაოებისა - 15-25 %, ხოლო ბეტონისა კი - 20-30 %.

## 2. ს ა ყ ა ლ ი ბ ო ს ა მ უ შ ა ო ე ბ ი

### 2.1. ყალიბის ტიპები

ყალიბი ეწოდება სათანადო ზომის და მოხაზულობის მიხედვით დამზადებულ ფორმას, რომელშიც ჩააგებენ ბეტონის ნარევის.

ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების მისაღებად ფორმებში ნარევს მანამ აყვავებენ, ვიდრე იგი არ გამყარდება. ასე მიიღება ბეტონი. შემდეგ ყალიბს ხსნიან, ე.ი. კონსტრუქციას განაყალიბებენ.

ყალიბის შემადგენელი ნაწილებია: 1) ფიცრის ან ლითონის შემონაკერი. ეს ყალიბის ის ნაწილია, რომელიც უშუალოდ ეხება ბეტონს და განსაზღვრავს კონსტრუქციის ფორმას, ზომებსა და ზედაპირის ხარისხს; 2) კარკასი, რომელიც ერთმანეთთან ამაგრებს შემონაფიცრის ელემენტებს სათანადო სიხისტის მისანიჭებლად; 3) სამაგრები, რომლებიც აკავშირებენ კონსტრუქციის სხვადასხვა ზედაპირის შემოფიცვრას ერთმანეთთან და საყრდენ მოწყობილობებთან.

ყალიბის საპროექტო მდგომარეობა ფიქსირდება საყრდენი ხარაჩოებით.

ყალიბს, საყრდენ ხარაჩოს და სამაგრებს უნდა ჰქონდეს სათანადო სიმტკიცე, სიხისტე და მდგრადობა. სამუშაოთა წარმოების დროს მუშაობის პროცესში დატვირთვის ზემოქმედების გამო ყალიბმა არ უნდა შეიცვალოს ფორმა და ზომები. ეს ერთ-ერთი ძირითადი მოთხოვნაა მის მიმართ. იგი უნდა შეიფიცროს საკმაოდ მკვირვად, ღრეჩოების გარეშე, გარეთ რომ არ გამოვიდეს ცემენტის ხსნარი. ამასთან ყალიბის ზედაპირმა უნდა უზრუნველყოს ნაკეთობის ზედაპირის სისწორე, რიგ შემთხვევაში კი სათანადო დეკორატიული ფაქტურაც.

ყალიბის კონსტრუქცია უნდა იყოს ტექნოლოგიური. იგი ადვილად უნდა იდგმებოდეს და იშლებოდეს. არმატურის მონტაჟის, ბეტონის ნარევის ჩაგებისა და გამკვირვებისას ადგილი არ უნდა ჰქონდეს გართულებებს. ყალიბის გამოყენება უნდა შეიძლებოდეს მრავალჯერ, ამასზე ბევრადაა დამოკიდებული სამუშაოს თუ ნაკეთობის აფიტირებულება. მაგალითად, რაც უფრო დიდია ყალიბის ბრუნვადობა, მით ნაკლებია მისი ღირებულება, განკუთვნილი ბეტონის ან რკინაბეტონის კონსტრუქციის ერთეულ მოცულობაზე. თუ ყალიბის კუთრი ღირებულება I მ<sup>3</sup> ბეტონზე შეადგენს C მან. და ერთხელ ხმარების შემდეგ აღარ ვარგა (აღარ გამოიყენება), მაშინ ყალიბის ღირებულება მთლი-



ანად შევა მისი საშუალებით დაბეტონებული კონსტრუქციის ღირებულებაში. თუ ყალიბი გამოიყენება  $n$ -ჯერ, მისი აღდგენისათვის საჭირო დამატებით ხარჯების გარეშე, ყოველი მ<sup>3</sup> ამ ყალიბის მეშვეობით დაბეტონებული კონსტრუქციის ღირებულებაში შევა მხოლოდ ყალიბის ღირებულება  $C/მ$ . რეალურ პირობებში ყალიბი ერთხელ ხმარების შემდეგ უკვე მოითხოვს გარკვეულ ხარჯებს სათანადო საექსპლუატაციო თვისებების აღსადგენად. ეს ხარჯები, ყალიბის დაშლასთან დაკავშირებით, საჭირო პირველად ხარჯებთან შედარებით, განისაზღვრება ცვეთადობის  $\alpha$  კოეფიციენტით: ამ კოეფიციენტის სიდიდე ყოველთვის ერთზე ნაკლებია. თუ ყალიბის საწყისი კუთრი ღირებულება შეადგენს  $C$  მან., მაშინ ყალიბის ერთ ბრუნვაზე მისი ცვეთადობა იქნება  $\alpha C$  მან.

ყალიბის შემდგომი გამოყენებისათვის აღსადგენი სამუშაოების ჩასატარებლად იხარჯება  $\alpha C$  მან. იმ შემთხვევაში, როცა ყალიბის ბრუნვა  $n$ -ის ტოლია, მისი სრული ღირებულება იქნება  $C_n = C + (n - 1)\alpha C$ , ხოლო ყოველ ბრუნვაზე  $C_1 = \frac{C_n}{n} = \left(\frac{1 - \alpha}{n} + \alpha\right) C$ . მაგალითად, თუ  $\alpha = 0,25$ , ხოლო  $n = 10$ , ყოველი მ<sup>3</sup> დაბეტონებული კონსტრუქციის ყალიბის ღირებულება იქნება  $C_1 = \left(\frac{1 - 0,25}{10} + 0,25\right) C = 0,325 C$ , ე.ი. იგი სამჯერ ნაკლებია, ვიდრე ერთჯერადი გამოყენების ყალიბი.

ყალიბისათვის გამოყენებული მასალა მიმ უფრო ეკონომიკურია (ერთი და იგივე კონსტრუქციული გადაწყვეტის შემთხვევაში), რაც უფრო მკვეთრად გამოისახება უტოლობა

$$\frac{n_1}{n_2} > \frac{C_1}{C_2}$$

სადაც  $n_1$  და  $n_2$  არის, შესაბამისად, გამოყენებული და ეტალონად მიღებული მასალებისაგან დაშლადებული ყალიბების ბრუნვადობის მაქსიმალური რიცხვი;

$C_1$  და  $C_2$  - შესაბამისად მიღებული და ეტალონი მასალებისაგან დაშლადებული ყალიბის ღირებულება.

ყალიბი შეიძლება იყოს ხის, ლითონის, რკინაბეტონის, პლასტმასისა და კომბინირებული.

ხის ყალიბის დასამზადებლად გამოიყენება როგორც II და III ხარისხის წიწვოვანი და ფოთლოვანი ჯიშების (არყი, თხემლა) დახერხილი ხე-ტყე, ისე წყალმდეგი ფანერი, მერქანბოჭკოვანი ან მერქანბურბუმელას ფილები. ლითონის ყალიბისათვის იყენებენ ფურცლოვან და პროფილებულ ლითონს. ასევე მინაპლასტიკს, რკინაბეტონის, აზბესტცემენტისა და არმოცემენტის ფილებს.

დამჭერი ხარაჩოები და სამაგრები კეთდება ხის, ლითონისა და ხე-ლითონისაგან. როგორც წესი, ისინი დგარული კონსტრუქციისაა. ხის მასალა, რომელიც გამოირჩევა მცირე წონით, ადვილად მუშავდება. მისგან მზადდება რთული მოხაზულობის და შედარებით იაფად ღირებული ფორმები. გამოიყენება ყალიბის, სამაგრების, ხარაჩოების, დგარებისა და სხვა დამჭერი მოწყობი-

ლაბებისათვის. ხის ყალიბის უარყოფითი მხარეა მისი დაბალი ბრუნვადობა, ანუ განმეორებით გამოყენების დაბალი რიცხვი, რომელიც, როგორც წესი, არ აღემატება 10-ს.

წყალმემღებ ფანერს იყენებენ მხოლოდ შემოფიცვრისათვის. ხის ყალიბთან შედარებით იგი უფრო მცირე მასისაა, მისი საშუალებით ბეტონის კარგი ზედაპირი მიიღება, ახასიათებს დიდი ბრუნვადობაც; სამაგიეროდ, ასეთი ფანერი დეფიციტურია და შედარებით ძვირი ღირს, რაც ზღუდავს მის ფართოდ გამოყენებას. ყალიბის მოსაწყობად ასევე გამოიყენება შედარებით მძიმე (მასით 800 კგ/მ<sup>2</sup>-ზე მეტი) ჰიდროფობური მერქანბურბუშეღას ფილებიც. მათ ახასიათებთ დიდი სიმტკიცე და წყალმედვობა და ამიტომ აქვე მერტი ბრუნვადობა, ვიდრე ჩვეულებრივ ხის ყალიბს. მათი უარყოფითი მხარეა დიდი მასა და დეფიციტურობა.

უკანასკნელ ხანს როგორც ჩვენთან, ისე საზღვარგარეთ შემოფიცვრისათვის ექსპერიმენტის სახით იყენებენ ჩვეულებრივ ფანერს და ნახევრად მძიმე (სიმკვრივით არა უმეტეს 750 კგ/მ<sup>3</sup>) მერქანბურბუშეღას ფილებს, რომლებსაც ფარდვენ წყალმედვადი საღებავებითა და ლაკით. წყლისაგან დამცველი ხაფარის სახით იხმარება ნიტროცელულოზის, პოლიეთერის, პერქლორირებული ემალის საღებავები და ეპოქსიდური ლაკები, რომლებიც დაიტანება მხოლოდ ქარხნის ან სპეციალიზებული სახელოსნოების პირობებში.

ერთი მხრიდან ემალით დაფარული მერქანბოჭკოვანი ფილები გამოიყენება მხოლოდ შეფიცვრის სახით. კარკასს კი, როგორც წესი, აკეთებენ ხის ძეგლებისაგან.

ლითონი ფართოდ გამოიყენება ყალიბების დასამზადებლად. შემონაკერი ჩვეულებრივ კეთდება 2-3 მმ სისქის ფურცლოვანი ლითონისაგან. ყალიბის ფარის კარკასს აკეთებენ პროფილებული ლითონისაგან (შვედერი, კუხხოვანა). ლითონის მიღებით მზადდება მზიდი ინვენტარული ხარაჩოები და სხვა დამჭერი მოწყობილობა.

ლითონის ყალიბი უზრუნველყოფს ბეტონის სწორი და გლუვი ზედაპირის მიღებას. ასეთ ყალიბს ძალზე დიდი ბრუნვადობა აქვს (100 და მეტი). მიუხედავად იმისა, რომ ლითონის ყალიბის საწყისი ღირებულება გაცილებით მეტია, ვიდრე ხისა, მისი მოხმარება ეკონომიურად უფრო გამართლებულია, თუ ობიექტზე მისი გამოყენება შესაძლებელია 50-ჯერ და მეტად.

სინთეზურ მასალებს, რომლებიც ყალიბისათვის გამოიყენება, ახასიათებს როგორც მაღალი სიმტკიცე, წყალმედვობა და ერთგვარობა ასევე მცირე წონა, დაძულებების სიადვილე. ამასთან სინთეზური მასალები ნაკლებად დეფორმირდება, არ ღვება, ხოლო ლითონთან შედარებით არ განიცდის კოროზიის მავნე მოქმედებას. ეს თვისებები მეტად პერსპექტიულს ხდის სინთეზური მასალების გამოყენებას ყალიბების დასამზადებლად. იზრდება სინთეზური მასალების ნომენკლატურაც. დამზადების ტექნოლოგიის სრულყოფასთან ერთად დღით-

მდე მვირდება მათი ფასიც.

უკანასკნელ ხანებში ყალიბის სახით გამოიყენება არმოყენების, აზბესტემენტის, თხელკედლიანი ბეტონის და რკინაბეტონის ფილები და მილები, რომლებიც მტკიცედ ერთდებიან მონოლითურ ბეტონთან და ხდებიან დაბეტონებული კონსტრუქციის შემადგენელი ნაწილები.

იმის მიხედვით, თუ რა სახისა და როგორი კონსტრუქციული ხასიათისაა ესა თუ ის ამოსაყვანი კონსტრუქცია ან ნაგებობა, მათი დაბეტონებისათვის იყენებენ სხვადასხვა ტიპის ყალიბებს (ცხრ. 2.1). ასეთებია: დასაშლელ-გადასატანი, კიდული, სრიალა (მკოცავი), ასაწევ-გადასატანი, სივრულ-გადასატანი, საჯორავი, არამოსახსნელი და არაბრუნებადი, ერთხელ გამოსაყენებელი.

დასაშლელ-გადასატანი ყალიბი შედგება ფარებისა და მათი დამჭერი ნაწილებისაგან: ქარგილი, წიბო, შესაკრავი და ა.შ. (ნახ. 2.1 და 2.2). სიმაღლეზე ყალიბს იჭერს ხარაჩო, რომელიც შედგება სვეტისაგან, ირიბნები-საგან და ა.შ. (ნახ. 2.3).

ც ხ რ ი ლ ი 2.1

სხვადასხვა ტიპის ყალიბების დახასიათება და გამოყენების არე

№	ყალიბის ტიპი	გამოყენების წესი	გამოყენების არე
1	2	3	4
1.	დასაშლელ-გადასატანი: ა) მვირფარადანი (თითოეული ელემენტის მასა არა უმეტეს 60 კგ-ისა), ბ) მსხვილფარადანი (60 კგ-ზე მეტი მასის მქონე ფარებიდან)	რუდესაც ბეტონი მიადწევს საკმაო სიმტკიცეს, ყალიბი იხსნება ხელით  აყენებენ და ხსნიან მექანიზმების საშუალებით	საძირკვლები, კედლები, შენობის კარკასის ელემენტები, გადახურვები, მასიური ბლოკები პიდროტექნიკურ, სამრეწველო და სხვა სახის შენებლობაში
2.	გადასატანი ბლოკ-ფორმა	იგივე	კედლები, ლენტური და სვეტოვანი საძირკვლები, ტექნოლოგიური დანადგარების ქვეშ საძირკვლები, შენობათა კარკასები

I	2	3	4
3.	სრიალა (მცოცავი)	დაშლის გარეშე უწყვეტად აწვევენ ლამკრატე-ბით	ნაგებობები და შენობები მუდმივი განივი კვეთით და ვერტიკალური კედლებით (სილოსები, კოშკები, მილები, სამოქალაქო დანიშნულების შენობების მონოლითური კედლები)
4.	<p>ასაწვე-გადასატანი:</p> <p>ა) ცალკეული ფარებისაგან შემდგარი</p> <p>ბ) სივრცულ-გადასატანი</p>	<p>პერიოდულად წინასწარი დაშლის შემდეგ გადაანაცვლებენ მექანიზმების დახმარებით</p> <p>დაშლის გარეშე პერიოდულად გადაანაცვლებენ მექანიზმების დახმარებით</p>	<p>ცვლადი განივი კვეთის მქონე ნაგებობები (კონუსისებრი მილები, შხეფსაცივრები)</p> <p>სამოქალაქო შენობების მონოლითური კედლები და გადახურვა</p>
5.	მგორავი	პერიოდულად გადაანაცვლებენ პორიზონტალური მიმართულებით ურთიერთ ან სრიალით	გრძელი და მუდმივი განივი კვეთის მქონე ნაგებობები (გვირაბები, კოლექტორები, საყრდენი კედლები)
6.	არამოსახსნელი მოსაპირკეთებელი, რომელიც შედგება რკინაბეტონის, არმოყემენტის, ლითონის ფილებისაგან	დაყენების შემდეგ არ იშლება, რჩება ბეტონში.	ნაგებობები, სადაც საჭიროა ზედაპირის მოპირკეთება ან პროექტით განსაზღვრულია არამოსახსნელი ყალიბის მოწყობა (შიდროტექნიკური ნაგებობების მასიური კონსტრუქციები და სხვ.)

დასაშლელ-გადასატანი ყალიბი სამი ძირითადი სახისაა: მცირეფარებიანი, მსხვილფარებიანი, ყალიბ-ბლოკებისა და ბლოკ-ფორმის.

მცირეფარიან ყალიბს აწყობენ ხელით მცირეზომიანი ფარებისაგან, რომელთა მასა 60 კგ-ს არ აღემატება. მცირეზომიანი ფარები კონსტრუქციულად მოჩარჩოებული შეფიცვრათ სიხისტის წიბოებით (ნახ. 2.1).

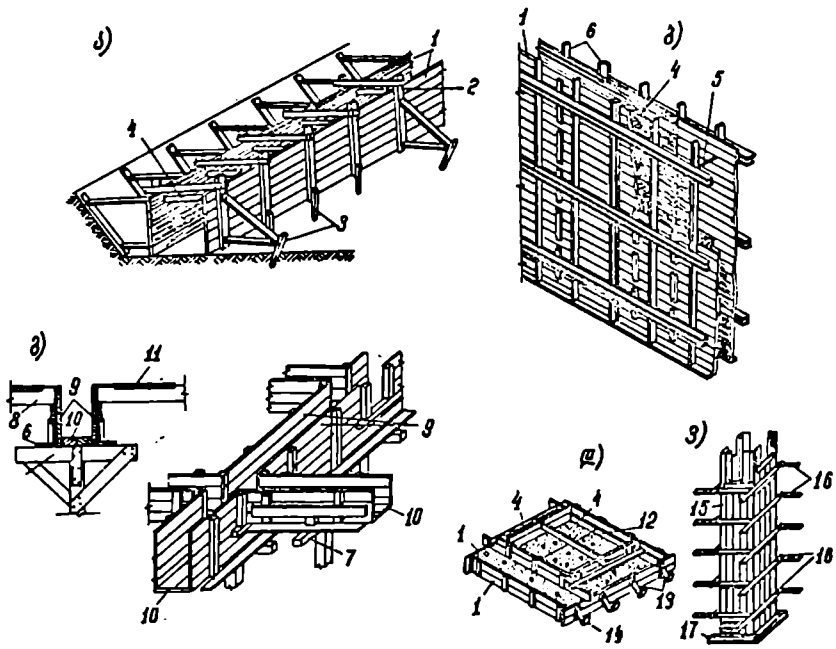
მსხვილფარიანი ყალიბის ძირითადი ელემენტია მსხვილი ზომის ბანელი, რომელიც შედგება მდიანი ან მცირე ზომის ფარებისაგან. მდიანი ფარი კედება 26-50 მმ სისქის ფიფისაგან, რომელიც დაჭედებულია ძელაკებისაგან დაზადებულ წიბოებთან. ფარებს აძლიერებენ პორიზატორი ზეწრებითა და ირიბებით. ფარის სპეციალურ ხერხებში უყრიან ჭიმებს, რომელთა საშუალებით ელემენტი საპროექტო მდგომარეობაში ფიქსირდება. განქარგილებისათვის საჭირო ბერკეტების დასაყენებლად ფარში მოთავსებულია გარსაკრი და საბჭენი ფირფიტები. მსხვილფარიანი ყალიბის ერთი ელემენტის მასა 500 კგ-მდეა, ამიტომ მისი მონტაჟი და დემონტაჟი ამწის საშუალებით ხდება.

ამ ბოლო დროს მშენებლობის პრაქტიკაში დიდ მოწონებას იმსახურებს ე.წ. უნიფიცირებული უნივერსალური ყალიბი, რომელიც შედგება სხვადასხვა ტიპისა და ზომის ინვენტარული სამაგრების და დამჭერი საშუალებისაგან. უნიფიცირებული ყალიბების ძირითადი ფარების გაბარტები ემორჩილება, როგორც წესი, ერთი ზომის მოდულს (300 მმ). ფარების გვერდების სიგრძეა ფარდობა 2 : I-დან 6 : I-მდეა. მაგალითად, საკავშირო სახმშენის ორგანიზაციის, მექანიზაციისა და ტექნიკური დახმარების ცენტრალურმა სამეცნიერო-კვლევითმა ინსტიტუტმა ( ЦНИИОМТИ ) დაამუშავა ლითონის ყალიბის პროექტი ( ნახ. 2.2 ), რომელიც შედგება: 8 ტიპ-ზომის ძირითადი ფარებისაგან, ორი ტიპ-ზომის კუბის ფარისა და ოთხი ტიპ-ზომის საჭერისაგან; კომპლექტში შედის აგრეთვე ფარებიდან მსხვილზომიანი ბანელების დასაზადებელი ინვენტარული მოწყობილობა, სამონტაჟო კუბხოვანები, მზიდი ფერმები, ინვენტარული სოლისებრი მოჭერები, დასაჭიმი კაკვები და ზამბარისებრი კლამერი.

ყალიბის ბლოკები და ბლოკ-ფერმები სივრული კონსტრუქციებია, რომელთა შიგა ზედაპირი ასახავს დასაბეტონებელი ელემენტის ფორმას, მის მონტაჟსა და დემონტაჟს აწარმოებენ ამწის საშუალებით.

ყალიბის დამჭერი ხარაჩოები შედგება ღვარების, ზეწრებისა და ლაგებისაგან, რომლებიც ქმნიან სივრული ხისტ კონსტრუქციას ( ნახ. 2.3 ). ხარაჩოები ორი სახისაა: სარაულებრივი და გამჭოლი. სარაულებრივი ეწოდება ისეთ ხარაჩოებს, რომლებიც მშენებარე სახლის ( ნაგებობის ) ყოველ სარაულზე ( იარუსზე ) იჭერენ ერთი ტიპის კონსტრუქციებს. ხშირად სარაულებრივი ხარაჩოები გამოიყენება სარაულშორისო გადახურვებისა და კოჭების დაბეტონების დროს.

სარაულებრივი ხარაჩოების მოსაწყობად გამოიყენება ინვენტარული გასაშლელი ღვარი ( ნახ. 2.3, ბ ). იგი შედგება ლითონის ჭიქისა და მასში ჩადგმული გამოსაწევი ხის ძელისაგან სათავისით. ჭიქის კედლებში მოწყობილია განაჭერი, რომელშიც იდგმება ლითონის სადები. ეს უკანასკნელი საყრდენია ძელისათვის. უფრო თანამედროვე კონსტრუქციაა ლითონის ტელესკოპური ღვა-



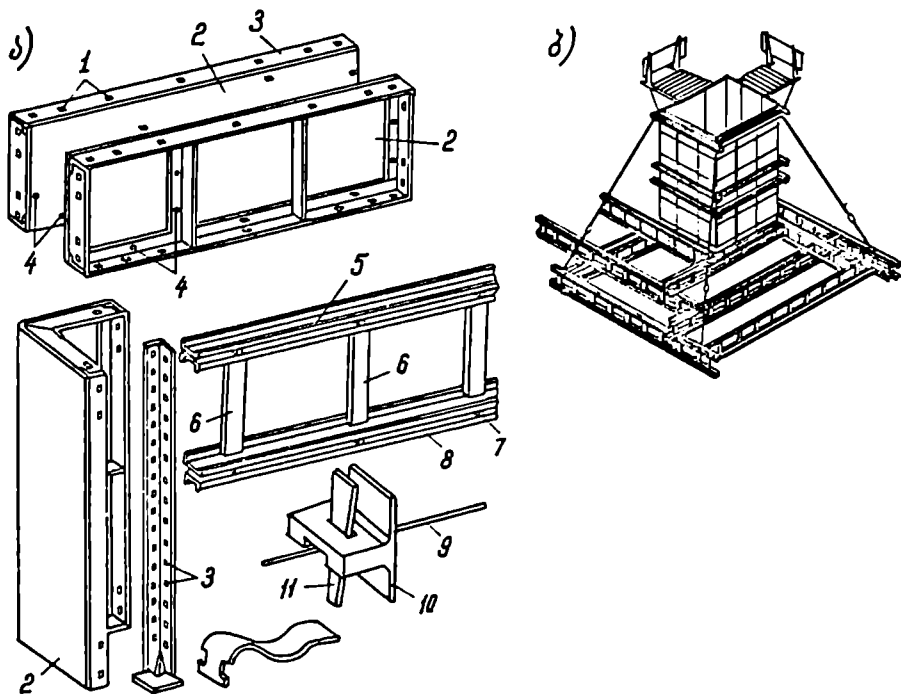
ნახ. 2.1. მკირეზომიანი ფარებისაგან შედგენილი დასაშლელ-გადასატანი ხის ყალიბი.

- ა-ღენტური საძირკვლებისათვის ; ბ-კედლებისათვის ; გ-კოჭები-სა და ზეწრებისათვის ; დ-საფეხურიანი საძირკვლისათვის ;
- ე-სვეტებისათვის ; I-ფარები ; 2-შემკვრელი თამასა ; 3-სამაგრი ;
- 4-დროებითი გამბრუნებები ; 5-მოსაჭიმი ; 6-წიბო ; 7-სვეტის სა-ათვისი ; 8-ქარგული ; 9-გვერდითი ფარები ; 10-ხოკერის ძირი ;
- 11-ფილის ყალიბის ფარები ; 12-მავთულით მოჭიმვა ; 13-დონჯი ;
- 14-მიმბუენი ფიციარი ; 15-სვეტის ხოკერი ; 16-ცალული, 17-ჩარჩო.

რკინაბეტონის ზეწარი (железобетонный прогон) - გრძივი საყრდენი კოჭი, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს კარკასის სვეტებს შენობის გრძივი მიმართულებით.

დონჯი (подкос) - კონსტრუქციული ელემენტი, გამოიყენება ყალიბების მოწყობის დროს.

ხოკერი (корот) - უძირო კასრის ან თხევადი მილის მსგავსი კონსტრუქცია, გამოიყენება ყალიბის მოსაწყობად.

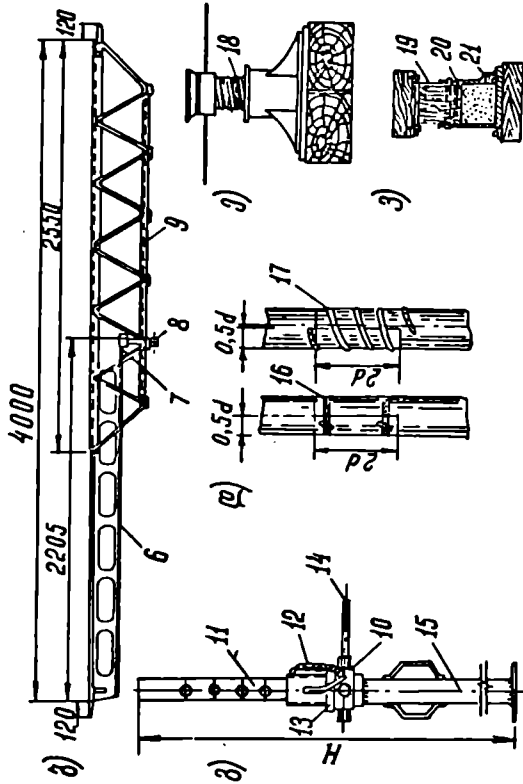


ნახ. 2.2. ЦНИИОМТП-ის კონსტრუქციის უნიფიცირებული ლითონის ყალიბი.

ა - ყალიბის დეტალები; ბ - საფუძვრიანი საძირკვლის ყალიბის სა-  
ერთო ხედი; 1 - ფარების შესაერთებელი ხვრეტი; 2- შემონაკერი;  
3 - კარკასი; 4 - ხვრეტი ჭიმებისათვის; 5 - ფერმის ზედა სარტყე-  
ლი; 6 - ფერმის დგარი; 7 - შუასადები; 8 - ფერმის ქვედა სარტყე-  
ლი; 9 - მოსაჭიმი; 10 - მოჭერის კორპუსი; 11 - სოლი.

რები (ნახ. 2.3, გ), რომელიც შედგება ერთმანეთში შემავალი ორი მილისა-  
გან. შიგა გამოსაწივ მილებს აქვს გამჭოლი მრგვალი ნახევრები. მასში  
დებენ ლითონის მანჭვალს, რომელიც გადის გარე მილის ზემო განაჭერში.  
მანჭვალი ეყრდნობა გარე მილის ზედა ნაწილში კუთხვილზე დახრახნილ ქანჩს  
და, ამგვარად, იჭერს შიგა მილს მოცემულ მდგომარეობაში.

• მანჭვალი (маньч) - დიდი ზომის ლურსმანი.



ნახ. 2.3. ყალიბის დამკერი ხარაჩოები.

ა-ხარაჩოს მოწყობის საერთო სქემა; ბ-გასაშლელი როგელი; გ-ინვენტარული ლიონის სემტი; დ-მორისა-  
 ვან დაშვადებული სემტის პირაპირი; ე-დომკრატე; ვ-საკეშიარი; I-ფლის და სემტის საყალიბო ფორმე-  
 ბი; 2-ჩამკერებელი; 3-სემტი; 4-წყვილი სოლი; 5-დაბეტონებული სარულმორისი გადახურვის ფილა და  
 კოჭი; 6-გამოსაწევი კოჭი; 7-საყრდენი სემტი; 8-სემტის დასამაგრებელი ხრახნი; 9-ფერმა; 10-კან-  
 ჩი; 11-გამოსაწევი სემტი; 12-ჭაჭვი; 13-საყეღური, 14-დომკრატის სახელური; 15-საბაზო მილისებრი  
 სემტი; 16-მამოლარეხილი; 17-ლიონის სპირალისებრი საღებე; 18-დომკრატის ხრახნი; 19-ხის დგუ-  
 ში; 20-ქვიშა; 21-ქვიშის გამოსაშვები ნახერტი სავიზით.

\* მავლურეხილი (ЗАТРА ИРОВОЖАК) - საარმატურო ლიონის სახე, დაშვადებული 2-5 ვმ მავლურის  
 ერთმანეთთან გადაკრები.



ხარაჩოების კომპლექტში შეიძლება იყოს გასაშლელი რიგელებიც. ლითონის გასაშლელი რიგელი (ნახ. 2.3, დ) შედგება წამწისა და მასში მოთავსებული გამოსაწევი კოჭისაგან, რომელთა შემაერთებელი ჭანჭიკი საჭირო სამშენებლო აწევის შექმნის საშუალებას იძლევა. ასეთი რიგელები გათვალისწინებულია 6 მ-მდე სიგრძის მალეზისათვის.

გამჭოლი ხარაჩოები იდგმება ასაგები შენობის ან ნაგებობის მთელ სიმაღლეზე. ყალიბის საყრდენების მდორე დაშვებისათვის (განქარგილებისათვის) გამოიყენება სამარჯვები დომკრატის, ხრახნის, სოლს ან საქვიშარის სახით.

ლენტური საძირკვლის ყალიბს სიმაღლით 0,2 მ-მდე (ნახ. 2.1, ა) აკეთებენ 40-50 მმ სისქის ცალმაგი ფიფისაგან, რომლებსაც ამაგრებენ მიწაში ჩარჭობილი ნაპობებითა და ხის განბჯენებით.

0,2-0,75 მ სიმაღლის ლენტური საძირკვლებს აკეთებენ შეკრული თამასებით გადაკრული ფარებისაგან. ბეტონის ნარევის გვერდითი წნევის აღქმისათვის აყენებენ ხის ცალულებს, რომელთა საშუალებითაც ხდება ფორმის ზემოდას და გვერდიდან მოჭიმვა. შიგა განივი ზომები ფიქსირდება განბჯენებით, ხოლო მთელი ყალიბი საპროექტო მდგომარეობაში იდგმება მიმმართველი ჭიკრების საშუალებით. უკანასკნელნი მიჭედლია და მკვალავ ნაპობებთან. 0,75 მ-ზე უფრო მაღალი ლენტური საძირკვლის დაბეტონებისას იყენებენ ბლოკურ ხარაჩებს. ამგვარი ხარაჩო შედგება ერთმანეთთან შეერთებული ფიფისაგან, რომელთა განივი კვეთის ზომები ფიქსირდება ძელაკებითა და ჩარჩოებით.

ინვენტარული ფარებისაგან მართხკუთხა კვეთის ყალიბის დაშადებისას მათ ერთმანეთთან აერთებენ ინვენტარული საჭერების საშუალებით. განივი კვეთის ზომის ფიქსირებას ახორციელებენ დროებითი განბჯენებით, რომლებიც დამაგრებულია დოინჯზე, და, ასევე, ხარაჩოს ტორსულ ფარებზე. ბეტონის ნარევის განივი გვერდითი წნევის აღქმა ხდება ჭიმების საშუალებით, რომლებიც აერთებენ ორ ერთმანეთის პირსპირ მდგარ პანელს. ჭიმები გადის როგორც საჭერის ქვედა, ასევე ზედა სარტყელში და მაგრდება სოლისებრი კლიტით.

სვეტების ქვეშე მართკუთხა საძირკვლის ყალიბს (ნახ. 2.1, დ) აწყობენ ორი წყვილი ფიფის ფარით; აქედან ერთი ჩასატანებელია, ხოლო მეორე ზესადები. ჩასატანებელ ფარებს აწყობენ ზესადებ ფარებს შორის და მათი მიჭერა ხდება დროებითი განბჯენებით საბრჯენ ძელაკებთან. ასეთი სახით მიღებული ხოკერი მოიჭიმება მავთულგრეხილით, რომელიც იღებს ბეტონის ნარევის გვერდით წნევას.

სვეტის ქვეშე განლაგებული საფეხურებიანი საძირკვლის ყალიბი იწყობა ასეთივე სახის ხოკერებისაგან, რომლებსაც აყენებენ რამდენიმე იარუსში.

იარუსი - სიმაღლე, რომლის ფარგლებში უზრუნველყოფილია მუშაობის წარმოება სათანადო მოხარაჩოების გარეშე.

ჭიქის ტიპის საძირკვლის ყალიბი ივსება ჭიქის ყალიბით, რომელიც საყრდენი ძელების საშუალებით იდგმება ზედა ხოკერზე.

ასევე იგეგმურია საფეხურებიანი საძირკვლის დაყალიბებისათვის ინვენტარული ლითონის ყალიბი (ნახ. 2.2, ბ). იგი შედგება შიდა წამწისა და მასზე მომჭიმი კაკვებით დაკიდებული ლითონის ფარებისაგან.

მართხუთხა კვეთის სვეტის ყალიბი (ნახ. 2.1, გ) კეთდება ხოკერის სახით ორი წყვილი ფარის ჩასატანებელი და ზესადები საშუალებით. ხოკერი გარშემორტყმულია სოლებით დამაგრებული ხის ან ლითონის ცალულებით, რომლებიც იღებენ ბეტონის ნარევის გვერდით წნევას. ერთ-ერთი ფარის ქვედა ნაწილში მოთავსებული ხვრტილის საშუალებით ხოკერიდან იღებენ სამშენებლო ნაგავს, ხოლო დაბეტონების წინ მას ფარავენ სპეციალური ფარით. ფარის ზედა ნაწილში აკეთებენ ამონაჭერს კოჭის მისაყენებლად.

კოჭის ყალიბი (ნახ. 2.1, გ) შედგება ორი გვერდითი ფარისა და მათ შორის ჩადგმული ძროსაგან. გვერდითი ფარები ქვემოდან მაგრდება მომჭერი ფიცრებით, ხოლო ზემოდან (თუ კოჭის სიმაღლე 45 სმ-ზე მეტია მათ იჭერენ ფილის ყალიბით ან განივი საჭერით. 45 სმ-ზე უფრო მაღალი კოჭებისათვის გვერდითი ფარები დამატებით მაგრდება მანუშით ან ჭიმებით. ძრო ეყრდნობა სვეტის სათავეს ან სხვა საყრდენს კოჭების ქვეშ სვეტებს აყენებენ ერთმანეთისაგან 1,5-2 მ-ის დაშორებით.

წიბოვანი გადახურვის ფილების ყალიბი შედგება ქარგილზე დაწყობილი საყალიბო ფარებისაგან, რომლებსაც ამაგრებენ ქარგილქვეშა ფიცრებზე.

უკოჭო გადახურვის ყალიბი შედგება სვეტის კაპიტელისა და ფილის ყალიბებისაგან (ნახ. 2.4).

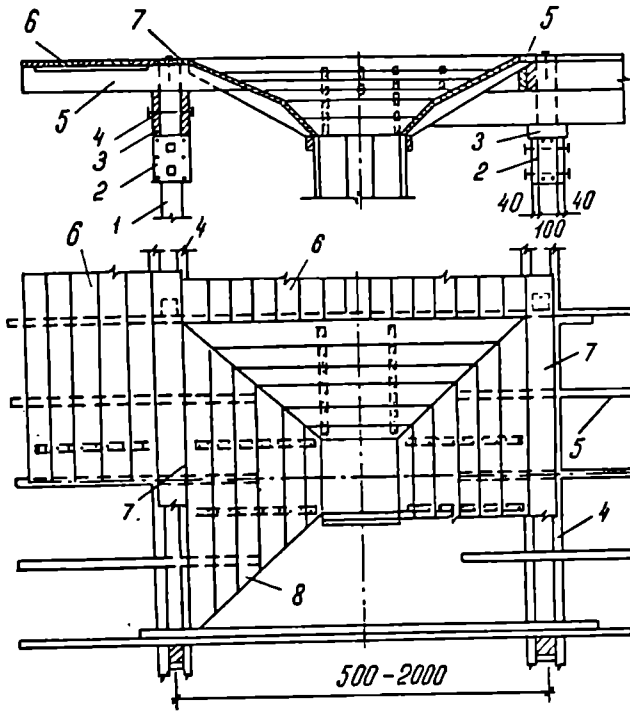
კედლისა და ტიხრების დაყალიბებისათვის იყენებენ: მსხვილპანელიან ფარებსა და პანელებს, რომლებიც შედგება ინვენტარული წვრილზომიანი ფარებისაგან, ან ბლოკურ ყალიბებს, რომლებიც გადაიტანება კედლის გაზრდის მიხედვით (ნახ. 2.1, ბ).

დაკიდებული ყალიბის შემთხვევაში საჭირო არ არის კოჭის ყალიბისათვის საყრდენების მოწყობა, რადგან ყალიბი დაკიდებულია დასაბეტონებელი კონსტრუქციის არმატურასთან. დაკიდებული ყალიბი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა კონსტრუქცია დაარმატრებულია ხისტი არმატურით ან მძლავრი სივრცული კარკასით (ნახ. 2.5). ამ სახის ყალიბების გამოყენება მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, როცა დასაბეტონებელი კონსტრუქცია განლაგებულია დიდ სიმაღლეზე.

სრიალა, ანუ მკოცავ ყალიბს იყენებენ მაღლივი შენობა-ნაგებობების ასაგებად. სხვა ყალიბებისაგან განსხვავებით, სრიალა ყალიბი ისე გადა-

---

ყალიბის ძრო (ДНЩО ОПАЛУСКИ) - ყალიბის ქვედა სიბრტყე

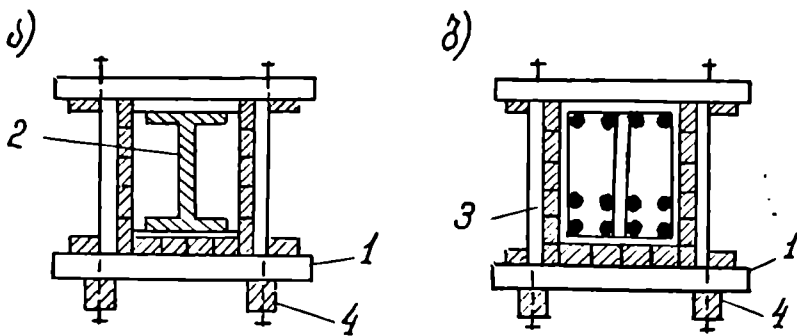


ნახ. 2.4. უკოჭო გადახურვის ყალიბი.

1-სვეტი; 2-სვეტის სათავისი; 3-სოლი; 4-ზეწარი; 5-ქარგილი; 6-ფილის ყალიბის ფარი; 7-საფორზე ფიცარი; 8-კაპიტელის ყალიბის ფარი.

ადგილდებამ, რომ იგი კი ბრ განცალკევდება დასაბეტონებელი კონსტრუქციიდან, არამედ სრიალებს უკვე დაბეტონებულ მის ზედაპირზე. გადაადგილება დაბეტონების პროცესში ხდება უწყვეტად, საწვიველა მოწყობილობების საშუალებით. არსებობს სრიალა ყალიბების რამდენიმე ტიპი. მათი ძირითადი ელემენტებია (ნახ. 2.6): ქარგილი, რომელიც განლაგებულია ორ რიგად სიმაღლეზე კედლის მთელ კონტურზე შიგა და გარე მხრიდან; ყალიბის ფარები, რომლებიც დამატებულია ქარგილებზე; დამკრატული ჩარჩო, რომლის საშუალებით საპროექტო მდგომარეობაში მაგრდება გარე და შიგა ქარგილები და ფორმები; მუშა იატაკ ყალიბის გარე პერიმეტრზე მოწყობილი საჩხები, დაკიდებული ხარჩო-

საჩხები (КОСЫРКА) - სახურავის წინ გამომეცრილი ნაწილი.



ნახ. 2.5. დაკიდებული ყალიბი.

- ა - ლითონის ორტესებრ კოჭზე დაკიდებული ყალიბი;
- ბ - ლითონის არმატურის კარკასზე დაკიდებული ყალიბი;
- 1 - საყრდენი ძელი; 2 - ლითონის ორტესებრი კოჭი;
- 3 - მზიდი არმატურის კარკასი; 4 - გრძივი ძელი.

ები; ასაწვევი მექანიზმები (დომკრატები), რომლებიც დამონტაჟებულია სადომკრატო ჩარჩოებზე. უკანასკნელის საშუალებით ე.წ. დომკრატის ღეროებზე ერთდროულად სწევენ მაღლა სრიალა ყალიბის ყველა ელემენტს. დომკრატის ლითონის ღეროების დიამეტრი 25-28 მმ-ია, მათი წაზრდა ხდება დაბეტონების პროცესში.

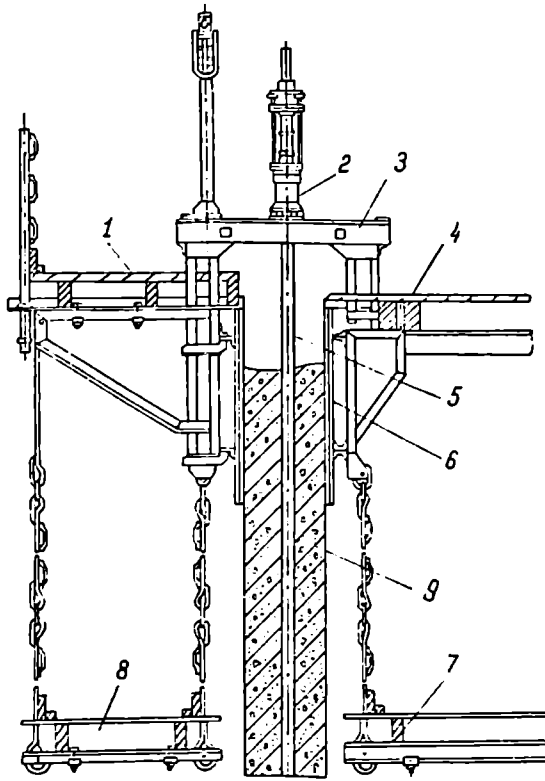
ყალიბის კედლები შეიძლება იყოს ხის ან ლითონის. ხის ყალიბის კედლებს ფიცრავენ არანაკლებ 25 მმ სისქის ფიცრისაგან, ლითონისას კი - 1,5 მმ სისქის ფურცლებისაგან, რომლებსაც ამაგრებენ ვერტიკალურად განლაგებულ სიხისტის წიბოებთან.

ბეტონის ზედაპირთან ხახუნის შემცირების მიზნით, სრიალა ყალიბის კედელს აძლევენ წაკვეთილი კონუსის ფორმას, 0,005 ქანობით. ამგვარად, მანძილი ფარებს შორის ყალიბის ზედა ნაწილში 10-12 მმ-ით უფრო ნაკლებია, ვიდრე ქვემოთა ნაწილში.

სადომკრატო ჩარჩოების საშუალებით ყალიბის ფარებს ამაგრებენ საპროექტო მდგომარეობაში. მათზე იდგმება და მაგრდება საწვეველა მექანიზმები. მანძილი ჩარჩოებს შორის 1,5-2 მ-ია.

მუშა იატაკი განკუთვნილია მუშების სასიარულოდ. იგი წარმოადგენს კოჭებზე მოწყობილ ფენილს. მუშა იატაკი სპეციალური სამაგრების საშუალებით ეყრდნობა ქარგოლს. გარე პერიმეტრი შემოიღობება I მ-ზე მეტი სიმაღლით.

დაკიდულ ხარაჩოებს აკეთებენ ნაგებობების გარეთ და შიგნით. მათი დანიშნულებაა უშუალოდ დაბეტონებისა და ყალიბის აწვევის შემდეგ საშუალება



ნახ. 2.6. ЦНИИОМТИ-ს კონსტრუქციის  
უნიფიცირებული სრიალა ყალიბი.

1-საჩეხი; 2-დომკრტი; 3-დომკრტული ჩარჩო; 4-მუშა იატაკი;  
5-დომკრტული ღერო; 6-ყალიბის ფარები; 7 და 8 - შიგა და  
გარე დაკიდებული ხარაჩოები; 9-დასაბეტონებელი კედელი.

მიეცეს მუშებს დაათვალიერონ ბეტონის ზედაპირი და საჭიროების შემთხვევაში გაასწორონ არსებული დეფექტები.

ასაწევ-გადასატანი ყალიბი გამოიყენება დიდი სიმაღლის მუდმივი და ცვლადი კვეთის მქონე ნაგებობების დაბეტონების დროს.

ასაწევ-გადასატანი ყალიბი შედგება პანელისა და გარე და შიგა ყალიბის ფარებისაგან. არსებობს ამ ტიპის ყალიბის ორი სახე. პირველი, როცა ყალიბი აიწყობა ცალკეული ელემენტებისაგან (ფარები, სამაგრი) და, მეორე-

რე, როცა ყალიბი გამოიყენება დაშლის გარეშე, ეგრეთწოდებული მოცულობით-გადასატანი ინვენტარული სექციების სახით.

ცალკეული ფარებისგან შემდგარ ყალიბს იყენებენ გეგმაში ცვლადო კმითის და დიდი სიმაღლის მქონე ნაგებობათა ასაგებად. ასეთებია კონუსური ტიპის საკვამლე მილები, სატელევიზიო კოშკები, შენესაციერები და სხვ.

საკვამლე მილების ამოყვანისას მილის შიგნით ათავსებენ შახტურ ამწეს როგორც ყალიბის ასაწევად, ისე არმატურისა და ბეტონის ნარევის მიწაწმენდად. გარე და შიგა ყალიბს აწყობენ ლითონის ფარებისაგან, ქმნიან რგოლს, სადაც აწყობენ არმატურას და აგებენ ბეტონის ნარევის. დასაბეტონებელი სექციის სიმაღლეა 2,5 მ. მილის ამოყვანის ყოველი ციკლის შემდეგ, სექციის სიმაღლეზე ააქვთ მუშა ბაქანი და გადააქვთ ყალიბი. საყალიბო ფორმის წრეწირს ამცირებენ ცალკეული პანელების გამოღებით.

მოცულობით-გადასატანი ყალიბი გამოიყენება ისეთი მრავალსართულიანი შენობების აგებისას, რომლებშიც შიდი მონოლითური რკინაბეტონის კედლები განლაგებულია განივი მიმართულებით. ასეთი ყალიბები (ნახ. 2.7) შედგება ლითონის I-ს მსგავსი სექციებისაგან, სადაც გადახურვის და კედლის პანელები ერთმანეთთან დაკავშირებულია სახსროვანი შეერთებით. სექციის სიგანე I,5 მ-მდეა, სიმაღლე და მაღი დამოკიდებულია განივი კედლების ბიჯსა და სართულის სიმაღლეზე.

ასეთი სექციებიდან აწყობენ ე.წ. „გვირაბებს“ შენობის მონაზომის ფარგლებში. პანელების ყალიბის დაყენების სიზუსტეს არეგულირებენ ხრახნული მოწყობილობებით. არმატურის დაყენების შემდეგ ერთდროულად აბეტონებენ გადახურვას და შიდა განივ კედლებს.

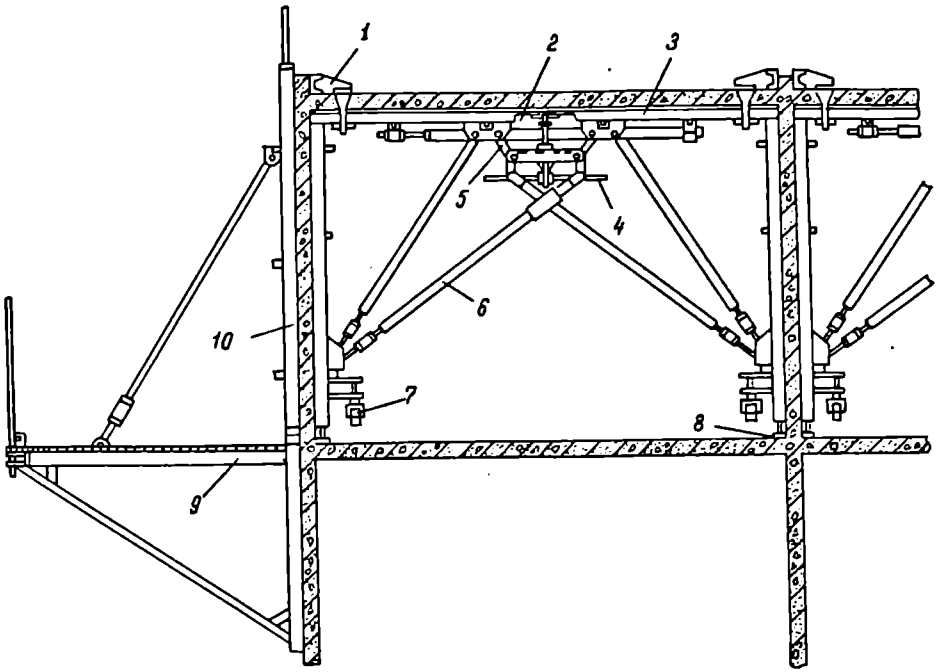
განყალიბების დროს ყალიბის ელემენტებს გამოსწევენ გადახურვისა და კედლებისაგან, ხოლო თვით ფორმა გადაყავთ სატრანსპორტო მდგომარეობაში. შემდეგ ფორმას დაბეტონებული გვირაბიდან გამოაგორებენ გარეთ სამონტაჟო ხარაჩოებზე, რომლებიც გაკეთებულია შენობის გასწვრივ.

მოცულობით-გადასატანი ყალიბებით შენობის აგება ხდება სართულების მიხედვით. ყალიბის სექციები გადააქვს კოშკურა ამწეს.

მგორავ ყალიბს იყენებენ დიდი სიგრძის და გრძივად განლაგებულ მუდმივი კვეთის მქონე ნაგებობათა მშენებლობის დროს. ასეთ ნაგებობებს განეკუთვნება საყრდენი კედლები, ლენტური საძირკვლები, მიწისქვეშა კოლექტორები და სხვ. მგორავ ყალიბებს ასევე იყენებენ ერთსართულიან შენობებში თხელკედლიანი რკინაბეტონის გარსების ასაგებად, ისინი ერთნაირი ტიპის

---

მონაზომი (ЗАХВАТКА) - სამუშაო უბანი, შენობის ან ნაგებობის ნაწილი, რომლის ზღვრებში მეორდება სამშენებლო პროცესების ერთნაირი კომპლექსები. ყოველი მათგანი სრულდება ცალკეული ბრიგადის მიერ გარკვეულ და თანაბარ დროში.



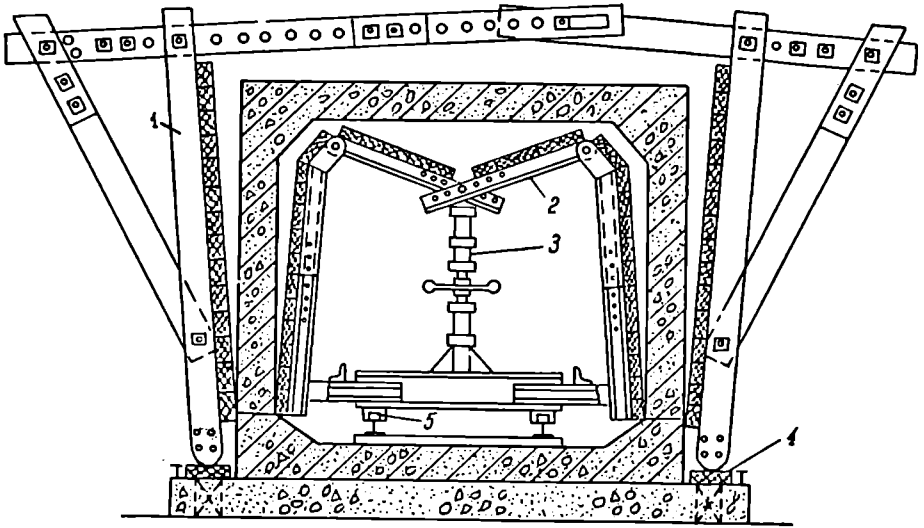
ნახ. 2.7. უნიფიცირებული ЦНИОМТИ-ს კონსტრუქციის მოვულობით - გადასატანი ყალიბი.

1-შუქურების ყალიბი; 2-ცენტრალური ჩასაღვამი; 3-Γ-ს მსგავსი ფარი; 4-განმქარგილებელი ჭიანჭიკი; 5-განმქარგილებელი სახსრული მქეპანიზმი; 6-მარეგულირებელი ირიბანა; 7-მოწყობილობა განყალიბებისათვის.

უჯრედებისაგან შედგება. მგორავი ყალიბის კონსტრუქცია (ნახ. 2.8) წარმოადგენს ფორმას სათანადო მქეპანიკური მოწყობილობით, რომელიც საშუალებას იძლევა მოწყვიტოს ყალიბი ბეტონის ზედაპირიდან და დაუშვას იგი სატრანსპორტ მდგომარეობაში. მგორავი ყალიბის გადაადგილება ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში ხორციელდება მქეპანიკური ჯალამბრის საშუალებით.

თანდევანი ნაგებობების მშენებლობის დროს გამოიყენება რბილი მენემატიკური (გასაბერი) ყალიბები.

ასეთ ყალიბებს ამზადებენ სპეციალური ქაერგაუმტარი რეზინნარევი ქსოვილისაგან. რულონში შქერულ ყალიბს ასწორებენ და ამაგრებენ სპეციალურად



ნახ. 2.8. გასასვლელი არხის დასაბეტონებელი მგორავი ყალიბი.

1-გარე ყალიბის ჩარჩო; 2-შიგა ყალიბის დასაკეცი ლითონის ჩარჩო; 3-განქარგილების და ყალიბის სატრანსპორტო მდგომარეობაში მოყვანის მექანიზმი; 4-საყრდენი ფიცარი; 5-საგორავი.

მოშაადებულ საფუძველზე, შემდეგ ვენტილატორის საშუალებით 0,002-0,005 MPa წნევის ქვეშ ყალიბში დაჭირხნიან ჰაერს. ამით ყალიბი იღებს სათანადო ფორმას და საჭირო სიხისტეს. როგორც დაბეტონების, ასევე ბეტონის გამყარების დროს ყალიბში შენარჩუნებულია მუდმივი ჰაერის წნევა. შემდგომ, როცა ბეტონი მიაღწევს სათანადო სიმტკიცეს, ჰაერის გამომშვებით ათავისუფლებენ კონსტრუქციას ყალიბისაგან.

ერთჯერად გამოსაყენებელი ყალიბი მზადდება ადგილზე. მას იყენებენ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ყალიბის მრავალჯერ ხმარება ამა თუ იმ მიზეზის გამო არ შეიძლება. მაგალითად, არატიპური კონსტრუქციები და ნაგებობები, რომლებსაც არა აქვთ ერთნაირი ელემენტები.

არამოსახსნელი ყალიბი (ყალიბი-გარსი) დაბეტონების პროცესში მკვრივად უკავშირდება ძირითად კონსტრუქციას და მისი შემადგენელი ნაწილი ხდება. წარმოადგენს რა კონსტრუქციის ზედაპირს, ასეთი ყალიბი რიგ შემთხვე-



ვებში და მატებით ფუნქციას ასრულებს-იცავს ბეტონის გარე ზემოქმედები-საგან ან წარმოადგენს არქიტექტურული გაფორმების ელემენტს. ყალიბის ამ სახეს ეკუთვნის რკინაბეტონის, არმოცემენტის, პლასტმასის ფალები და ლითონის გარსები.

## 2.2. ყალიბის დაპროექტებისა და გაანგარიშების პრინციპები

ბეტონის ნარევის ჩაგების და გამკვრივების მომენტიდან დაწყებული ბეტონის მიერ სათანადო სიმტკიცის მიღებამდე ყალიბის კედლებზე მოქმედებს დატვირთვა გვერდული წნევის სახით.

ბეტონის ნარევის სიღრმული ვიბრატორებით გამკვრივებისას, როცა  $h \leq R$  და  $v < 0,5$  მ/სთ,

$$P_{\max} = \gamma h;$$

როცა  $v > 0,5$  მ/სთ და  $h \geq l$

$$P_{\max} = \gamma(0,27v + 0,78)K_1K_2.$$

ბეტონის ნარევის გარე ვიბრატორებით გამკვრივებისას

$$P_{\max} = \gamma h, \text{ როცა } v < 4,5 \text{ მ/სთ და } h \leq 2R_1;$$

$P_{\max} = \gamma(0,27v + 0,78)K_1K_2$ , როცა  $v \geq 4,5$  მ/სთ და  $h > 2R_1$ ,  
სადაც  $P_{\max}$  არის ყალიბის კედლებზე ბეტონის ნარევის მაქსიმალური დაწოლა;

$\gamma$  - ბეტონის ნარევის სიმკვრივე, კგ/მ<sup>3</sup>;

$h$  - ბეტონის ნარევის ჩაგებული შრის სიმაღლე, რომელიც აწევა ყალიბის კედელს, მ;

$v$  - დაბეტონების სიჩქარე, მ/სთ;

$R$  და  $R_1$  - შესაბამისად სიღრმული და გარე ვიბრატორების მოქმედების რადიუსი, მ;

$K_1$  - კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს ბეტონის ნარევის ძვრადობის სიდიდეს. ხისტი და ნაკლებად მოძრავი ნარევისათვის, რომლის კონუსის ჯდომის სიდიდე 0,2 სმ-ია, მიიღება 0,8 ტლი; ნარევებისათვის (სადაც კონუსის ჯდომა 4-6 სმ-ია,  $K_1 = 1$ , ხოლო ნარევებისათვის კონუსის ჯდომის სიდიდით 8-12 სმ,  $K_1 = 1,2$ ;

$K_2$  - კოეფიციენტი, რომელიც დამოკიდებულია ჩასაგები ბეტონის ნარევის ტემპერატურაზე;  $K_2 = 1,15$  ნარევებისათვის, რომელთა ტემპერატურა 5-7°C;  $K_2 = 1$ , როცა ნარევის ტემპერატურა 12-17°C და  $K_2 = 0,85$ , როცა ნარევის ტემპერატურა 28-32°C შუალედშია.  $K_2$  კოეფიციენტის მნიშვნელობები მიიღება მათი უდიდესი სიდიდის მიხედვით.

ყველა შემთხვევაში ბეტონის ნარევის წნევა არ უნდა იყოს მეტი პიდრო-სტატიკურ წნევაზე, რომელიც ტოლია  $P_{max} = \gamma h$ . შ მძიმე ბეტონისათვის მიიღება  $2500 \text{ კგ/მ}^3$ -ის ტოლი.

ყალიბის სიმაღლეზე წნევის განაწილება შეიძლება მიღებულ იქნეს პიდროსტატიკური წნევის განაწილების ანალოგიურად, ე.ი. წნევის სამკუთხა ეპიკურიით.

ბეტონის ნარევის სტატიკური წნევის სიდიდის გარდა მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული აგრეთვე ნარევის გადმოყრის და ციბრირების დროს წარმოქმნილი დინამიკური ხასიათის დატვირთვები. თანახმად მოქმედი ნორმატიული დოკუმენტებისა (СНП III-15-76) ასეთი დატვირთვები შეადგენს  $400 \text{ კგ/მ}^2$ -დან  $600 \text{ კგ/მ}^2$ -მდე სიდიდეს (ცხრ. 2.2).

ც ხ რ ი ლ ი 2.2

ბეტონის ყალიბში მიწოდების წესი	ყალიბის კედელზე პორიზონტალური დატვირთვა, $\text{კგ/მ}^2$
ბეტონის ნარევის ჩაშვება ღარით ან ხორაუმიით	
გადმოტვირთვა ბადიდან მოცულობით:	400
0,2-დან 0,8 $\text{მ}^3$ -მდე	400
0,8 $\text{მ}^3$ -ზე მეტი	600

გადახურვის ყალიბის გაანგარიშებისას მხედველობაში მიიღება შემდეგი სახის ვერტიკალური დატვირთვები: ყალიბის და დამჭერი ელემენტების საკუთარი მასა (პროექტის მიხედვით); ჩაგებულ ბეტონის ნარევის მასა (ჩვეულებრივი ბეტონისათვის მიიღება  $2500 \text{ კგ/მ}^3$ -ის ტოლი); არმატურის მასა (პროექტის მიხედვით); დატვირთვა ხაზისაგან ან სატრანსპორტო საშუალებებიდან საშუალოდ აიღება  $250 \text{ კგ/მ}^2$ -ის ტოლი.

გარდა ამისა, ყალიბის ელემენტები შემოწმებული უნდა იყოს შეყურსულ ძალაზე პროექტის მიხედვით ან  $250 \text{ კგ}$  მოქმედებაზე ორბორბლიანი ურიკის ბორბლებიდან. ყველა შემთხვევაში შეყურსული ძალა მიიღება არანაკლები  $130 \text{ კგ}$  ან ანგარიშში შეყავთ დამატებითი დინამიკური ზემოქმედება ნარევის ციბრირების დროს  $200 \text{ კგ/მ}^2$ -მდე. გადატვირთვის კოეფიციენტი მიიღება  $2.3$  ცხრილის მიხედვით.

ყალიბის ცენტრალურ-გაჭიმული და ცენტრალურად შეკუმშული ელემენტების სიმტკიცე იანგარიშება ფორმულით

№ რიგში	ნორმატიული დატვირთვა	ბადატვირთვის კოეფიციენტი	№ რიგში	ნორმატიული დატვირთვა	ბადატვირთვის კოეფიციენტი
1	ყალიბის და ხარაჩოების საკუთარი მასა	1,1	4	ბეტონის ნარევის ვიბრირების საგან	1,3
2	ბეტონის და არმატურის მასა	1,2	5	ბეტონის ნარევის გვერდული წნევა	1,3
3	ხალხის და სატრანსპორტო საშუალებების მოძრაობისაგან	1,3	6	დინამიკური დატვირთვა ბეტონის ნარევის გადმოტვირთვის დროს	1,3

$$\frac{P}{F_{net}} \leq R ;$$

სადაც P არის საანგარიშო გრძივი ძალა ;

$F_{net}$  განივი კვეთის ნეტო ფართობი ;

R მასალის საანგარიშო წინაღობა (ხის მასალისათვის აიღება ბოჭკოების გასწვრივ) .

ცენტრალურად შეკუმშული ელემენტების მდგრადობა მოწმდება ფორმულით

$$\frac{P}{\varphi F} \leq R ,$$

სადაც  $\varphi$  არის გრძივი ლუნვის კოეფიციენტი ;

F კვეთის ბრუტო ფართობი .

მლუნავი ელემენტების გაანგარიშებას სიმტკიცეზე აწარმოებენ ფორმულით

$$\frac{M}{W} \leq R_{\text{ღ}}$$

სადაც M არის საანგარიშო მლუნავი მომენტი ;

$R_{\text{ღ}}$  საანგარიშო წინაღობა ლუნვაზე ;

W — განივი კვეთის საანგარიშო წინაღობის მომენტი .

ჭრაზე და ხლეჩაზე გაანგარიშება წარმოებს ფორმულით

$$\frac{QS}{Ib} \leq R,$$

- სადაც S არის ბრუტო სტატიკური მომენტი ;  
Q საანგარიშო განივი ძალა ;  
I ინერციის მომენტი ;  
b კვეთის საანგარიშო სიგანე შეწებებული ნაკერის ხლეჩვაზე ;  
გაანგარიშების დროს მიიღება ნაკერის სრული სიგანის 0,6-ის ტოლი .

### 2.3. ყალიბის მოწყობა და დაყენება

სამშენებლო მოედანზე საყალიბო სამუშაოების ტექნოლოგია და ორგანიზაცია და მოკიდებულია ყალიბის ტიპზე, ასევე დასაბეტონებელი კონსტრუქციის და გამოყენებული მექანიზმების სახეზე . რაული კონსტრუქციების შემთხვევაში საყალიბო სამუშაოთა წარმოებისადვის დგება ტექნოლოგიური რუკები .

გამოყენებული ყალიბების, ხარაჩოების და სამაგრიების გაანგარიშება ხდება ვერტიკალური და ჰორიზონტალური დატვირთვის ზემოქმედებაზე СНИИ - III-15-78 თანახმად, როგორც მათი შიდაუნარიანობის, ისე დეფორმაციულობის შემოწმების მიზნით . გაანგარიშებას აწარმოებენ მოყვანილი დატვირთვის ყველაზე უფრო არახელსაყრელი შეხამების პირობებისადვის .

ვერტიკალურ დატვირთვებს განეკუთვნება ყალიბის და დამჭერ მოწყობილობათა მასა, ბეტონის ნარევის მასა, არმატურის, ხალხის და სატრანსპორტო საშუალებების მასა, რომლებიც გადააადგილდებიან ყალიბებსა ან ფენილებზე ; ასევე დატვირთვები, რომლებიც წარმოქმნება ბეტონის ნარევის ვიბრირების დროს .

ჰორიზონტალურ დატვირთვებს განეკუთვნება : ბეტონის ნარევის გვერდული წნევა, ბეტონის ნარევის გადმოტვირთვისას შერყევით და ვიბრაციით წარმოშობილი დატვირთვა, ყალიბის ელემენტებსა და დამჭერ მოწყობილობებზე ქარის ნორმატიული დატვირთვა .

ყველა სახის დატვირთვის ნორმატიული სიდიდეები, გადატვირთვის კოეფიციენტები, სხვადასხვა მასალის წინაღობათა სიდიდეები კუმშვაზე, გაჭიმვაზე, ლწვასა და თევდაზე მოცემულია სამშენებლო ნორმების და წესების

ტექნოლოგიური რუკა ( ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА ) — სახელმძღვანელო დოკუმენტი, რომელიც ასახავს მშენებლობაში ამა თუ იმ სამშენებლო პროცესის შესრულების პირობებს და თავისებურებას .

( СНИП ) III ნაწილის სათანადო თავებში .

საყალიბო სამუშაოების დაწყების წინ ირჩევენ ყალიბის ტიპს, ამუშავებენ მის სამუშაო ნახაზს, აგრეთვე ყალიბის დამაგრების და მისი დამჭერი მოწყობილობების ნახაზებს. როგორც წესი, საჭიროა შედგეს საყალიბო სამუშაოების წარმოების პროექტი, რომელიც შედის სამუშაოთა წარმოების პროექტში .

ყალიბის ტიპის შერჩევის დროს მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული დასაბეტონებელი კონსტრუქციის სახე და მისი საერთო მოულობა . ამასთანავე ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღება ბევრადაა დამოკიდებული დაშადების ტექნოლოგიასა და ბეტონის სამუშაოთა ორგანიზაციაზე . მხედველობაში მიიღება აგრეთვე შენებლობის დირექტიული ვადები და სამშენებლო ორგანიზაციის ტექნოლოგიური აღჭურვილობა . ყალიბის რაციონალური ტიპის შერჩევა ხდება ეკონომიკური ანალიზის საფუძველზე, მათი ბრუნვადობის რიცხვის, საწყისი კაპიტალდაბანდების და სხვათა გათვალისწინებით .

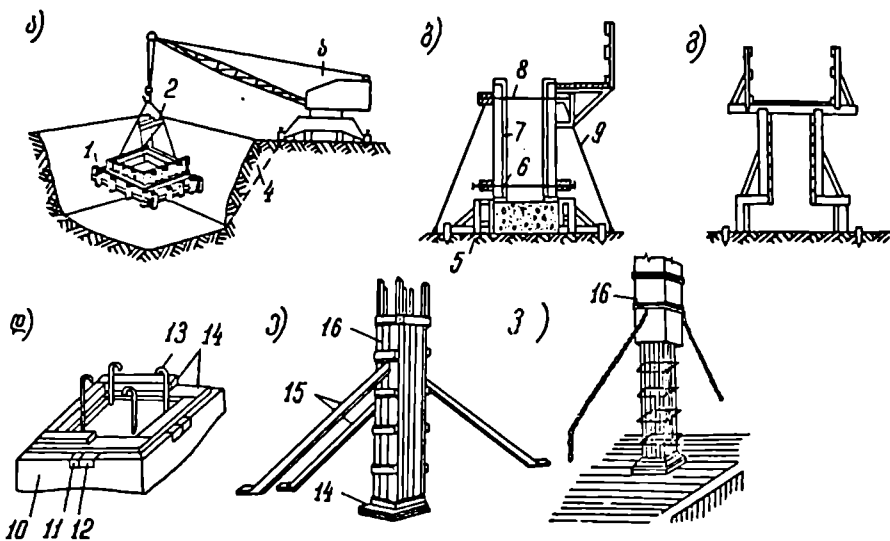
ტექნოლოგიურ რუკებზე ნაჩვენები უნდა იყოს ყალიბის ელემენტების დაყენების თანამიმდევრობა და აგრეთვე დამჭერი მოწყობილობების მონტაჟის ცალკეული ოპერაციები ( ნახ. 2.9 და 2.10 ) .

ტექნოლოგიური რუკის მიხედვით აღგენენ ობიექტზე საყალიბო სამუშაოების ორგანიზაციის სქემას, სადაც სქემატურად გამოხატავენ დასაბეტონებელ კონსტრუქციებსა და ნაგებობებს, ამვე მეტანიზმებს, სასაწყობო მოედნებსა და სხვ . აქვე მოჰყავთ სამუშაოთა წარმოების ხაზობრივი გრაფიკი, ყალიბის კომპლექტების, მუშათა რკოლებისა და ბრკალების მოძრაობის ჩვენებით . ამ დოკუმენტაციის საფუძველზე ღება ყალიბის ელემენტების საერთო სპეციფიკაცია და გამოითვლება კომპლექტის საერთო მოულობა .

ყალიბს აყენებენ ტექნოლოგიური რუკის მიხედვით . მისი ელემენტების დაყენების თანამიმდევრობა დამოკიდებულია ყალიბის კონსტრუქციაზე . ამასთან მისი დაყენების პროცესში უზრუნველყოფილი უნდა იყოს ყალიბის ცალკეული ელემენტების მდგრადობა .

მცირე ზომის საძირკვლების შემთხვევაში მიზანშეწონილია ცალკეული ფარებისაგან ყალიბის ბლოკის აწყობა და მისი დაყენება ამწის დახმარებით ( ნახ. 2.9, ა ) არმატურის კარკასთან ერთად .

ხელითონისა და ლითონის უნიფიცირებულ ტიპურ ყალიბს აკეთებენ გამსხვილებული სივრცული ბლოკების სახით . ხის დასაშლელ-გადასატანი ლენტური საფეხურიანი საძირკვლის ყალიბის დაყენება შეიძლება ცალკე ქვედა და ზედა საფეხურებისათვის ( ნახ. 2.9, ბ ) ან ერთდროულად მთელ სიმაღლეზე ( ნახ. 2.9, გ ) . სვეტის ყალიბის დაყენებას იწყებენ სვეტის ძირზე ან შუა გადახურვაზე მისი ღერძების მონიშვნით . შემდეგ ღვამენ და ამაგრებენ მას ბეტონში ჩაყოლებულ ხის საცობთან ( ნახ. 2.9, დ ) . სვეტის ყალიბის ზოკერს აწყობენ ხის ფარებიდან ან ხელითონის და ლითონის უნივერსალური ელემენტებიდან .

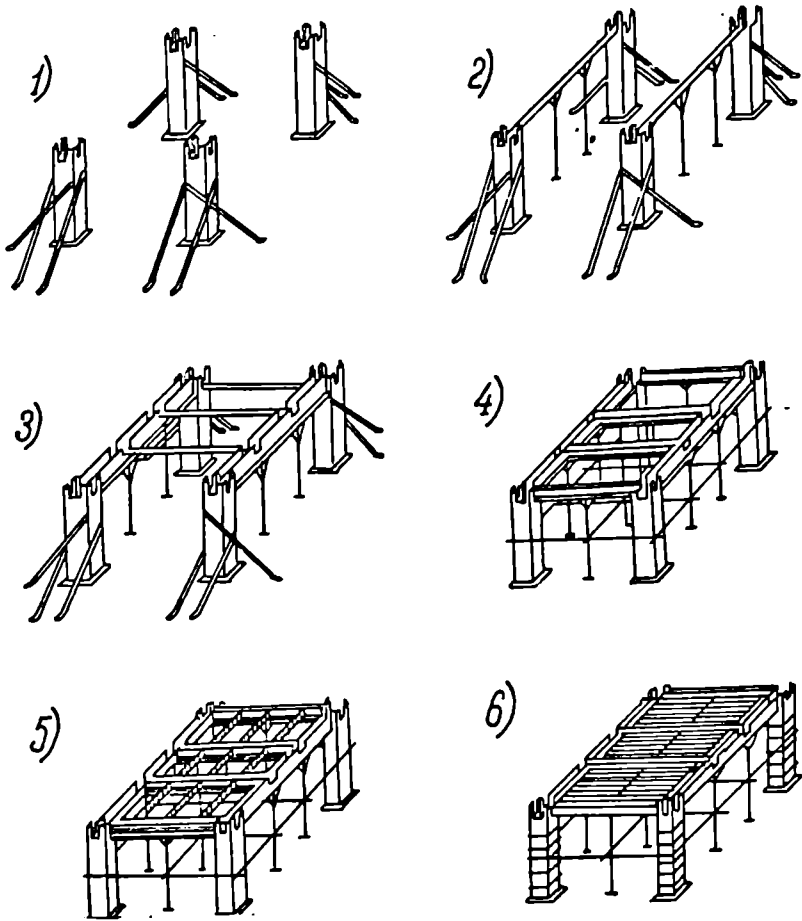


ნახ. 2.9. საძირკველისა და სვეტის ყალიბის მოწყობის თანამიმდევრობა

ა- საფეხურიანი საძირკველების ყალიბის დაყენების სქემა; ბ- ელემენტარული საძირკველების ხის ყალიბის იარუსებად დაყენების სქემა; გ- იგივე მთელ სიმაღლეზე; დ- სვეტის ყალიბისათვის ჩარჩოების დაყენება; ე- ცალკეული არმატურის ღეროებით დაარმატურებული სვეტის ხის ყალიბის დაყენების სქემა; ვ- არმატურის კარკასით დაარმატურებული სვეტის ბლოკური ლიონის ყალიბების სქემა;

1- საყალიბო ბლოკი; 2- ტრავერსა; 3- ისრიანი აშწე; 4- ზემო იარუსის ნაკრების პრიზმის ზღვარი; 5- ქვედა იარუსის ყალიბის ფარი; 6- მიმმართველი ფიცარი; 7- ზედა იარუსის ყალიბის პანელი; 8- მოსაჭიმი; 9- ჭიმი; 10- სვეტის ძირი; 11- ხის საცობი ბეტონში; 12- სვეტის ძირის ღერძი; 13- არმატურის ნაშვერი; 14- ჩარჩო; 15- ირიბანა; 16- სვეტის ხოცერი

იმ შემთხვევაში, როცა დაარმატურებას აწარმოებენ ცალკეული ღეროებით ან ბრტყელი კარკასებით, უპირველეს ყოვლისა აყენებენ ხოცერს, რომელზეც ერთი მხრიდან ფარდგის. ნაცუად დაყენებულია ღეროებითი თამაყა (ნახ. 2.9, ე).



ნახ. 2.10 წიბოვანი გადახურვის ყალიბის  
შოწუმის თანამიმდევრობა.

1-ჩარჩოს და სვეტის ფარის დაყენება; 2-ზეწრის ძროს და სვეტების დაყენება ზეწრის ძროს ქვემოთ; 3-ზეწრის გვერდითი ფარების და კოჭების ძროს დაყენება; 4-კოჭების ძროს ქვემოთ სვეტების და კოჭების გვერდითი ფარების დაყენება; 5-ქარგილქვემოთ ფიცრების დიჭიდვა და ქარგილების დაყენება; 6-ფილების ფარების და სვეტების ცალულების დაყენება.

როცა სვეტიცის დაარმატურება ხდება ხისტად შეღუღებული კარკასით, მიზანშეწონილია მთლიანად აწყობილი ხოკერი ამწის საშუალებით ჩამოეაცვათ არმატურის კარკასს (ნახ. 2.9.3). მზიდი არმატურის ბლოკზე ასევე შეიძლება დაიკიდოს ყალიბის ცალკეული ფარები, რომლებსაც ერთმანეთთან ამაგრებენ მოსაჭივებით, ჭიანჭიკებით ან ცალულებით.

კედლების და ტიხრის ყალიბს მთელ სიმაღლეზე აყენებენ ჯერ ერთი მხრიდან, არმატურის და ჩასაყობელი ნაწილის მონტაჟის შემდეგ კი - იარუსებამდე დაამენ მეორე მხრიდან. თუ კედლის სისქე 250 მმ-ზე მეტია, ყალიბის დადგმისას მის მეორე მხარეზე ტოვებენ ნახვრეტს-ჯიბეს, საიდანაც ასხამენ ბეტონის ნარევს. კედლის საპროექტო სისქის დაცვის მიზნით ყალიბის შიგნით აყენებენ ხის ან ბეტონის განბჯენს. წიბოვანი გადახურვის მცირეფარიანი ყალიბის დაყენებას, რომელიც ფუძიდან არა უმეტეს 6 მ სიმაღლეზეა, იწყებენ ზეწრისა და კოჭების ბლოების ძროს სვეტიცის ყალიბების ჩარჩოს ამონაჭერებში ჩაყენებით. ამ საშუაშას ასრულებს ორი მუშა. შემდეგ ერთი მათგანი, რომელიც ქვემოთ მუშაობს, ყალიბის ძროს მიადგამს ინვენტარულ სვეტებს და ჭედავს მათ სოლბით. მეორე მუშა, რომელიც მისადაგმელ კიბეზე იმყოფება, ამაგრებს ხარაჩოს სვეტებს ზემოთა ნაწილში, ჰორიზონტალური ჩაკერვით. ძროს საპროექტო მდგომარეობის შემოწმების და მისთვის სათანადო სამშენებლო შემადგენლის მიცემის შემდეგ ორივე მუშა აყენებს სვეტიცის ხოკერს ჩარჩოს ამონაჭერში. ასევე აყენებენ ზეწრისა და კოჭის ყალიბების გვერდით ფარებს, რომლებსაც ამაგრებენ სვეტიცის სათავისთან. ამის შემდეგ ერთმანეთთან პერპენდიკულარული მიმართულებით საბოლოოდ ამაგრებენ ჯერ ხარაჩოს სვეტებს, შემდეგ კოჭების გვერდითი ფარების წიბოებზე ქარგილქვეშა ფიცრებს, რომლებზეც აწყობენ ქარგილს, ხოლო მათზე კი ყალიბის ფარებს.

იმ შემთხვევაში, თუ გადახურვა განლაგებულია ძირიდან 6 მ-ზე უფრო მაღლა, წინასწარ აყენებენ დამჭერ ხარაჩოებს და სისტემის სივრცული უცვლელობის უზრუნველსაყოფად მათ კავშირებით ამაგრებენ.

გასაშლელი ლითონის რიგელის საშუალებით (ნახ. 2.3, დ) ყოველგვარი შუალედი სვეტიცის გარეშე შეიძლება დაფიჭიროთ 6 მ-მდე მაღლის სიდიდის წიბოვანი გადახურვის ყალიბი.

თალების და კამარის ყალიბების დაყენება იწყება ხარაჩოების მონტაჟით. შემდეგ აყენებენ განქარგილებისათვის საჭირო მოწყობილობას, რომელზედაც ეყრდნობა ქარგილის დამჭერი სვეტები. ქარგილებს შემოწმების და გამაგრების შემდეგ ფიცრავენ ფარების ან ფიცრების საშუალებით.

ყალიბისა და მისი დამჭერი ხარაჩოების დაყენებისას მათი გადახრები საპროექტო ნიშნულებიდან, როგორც ჰორიზონტალური, ასევე ვერტიკალური მიმართულებით, ნორმირებულია. მაგალითად, ყალიბის მღუნავი ელემენტების გადახრა საყრდენებს შორის არ უნდა იყოს 25 მმ-ზე მეტი ყოველ I მ სიგრ-



ქვზე, ხოლო 75 მმ-ზე მეტი მთელ მანძილზე. ყალიბის გადახრა ვერტიკალიდან I მ სიმაღლეზე არ უნდა იყოს 5 მმ-ზე მეტი. ყალიბის მთელ სიმაღლეზე გადახრა უნდა იყოს არა უმეტესი: 200 მმ საძირკველებისათვის; 10 მმ კედლებისა და სვეტებისათვის, რომელთა სიმაღლე 5 მ-მდეა; 15 მმ - კარკასის სვეტებისათვის, რომლებიც დაკავშირებულია ამწის ქვეშა კოჭებთან და ა.შ.

ყალიბის სწორი დაყენება მოწმდება სათანადო ინსტრუმენტების საშუალებით, როგორც ყალიბის აწყობის შემდეგ, ასევე მისი ყოველი გადანაცვლების დროს. სრიალა ყალიბის პორიზონტალურობა მოწმდება ცვლაში ერთხელ მაინც, ხოლო ვერტიკალურობა - ყოველი 5 მ აწივის შემდეგ.

ყალიბის განმეორებით დაყენების წინ ინვენტარული სამაგრები და ხარაჩოს ელემენტები მოწმდება და საჭიროების შემთხვევაში ხდება მათი შეკეთება.

ყალიბის ზედაპირი, რომელიც უშუალოდ ესაზღვრება ბეტონს, მასთან შეჭიდულობის სიდიდის შემცირების მიზნით, იფარება ზეთით. ერთი მხრივ, ეს ღონისძიება აადვილებს განქარგილების პროცესს, ხოლო მეორე მხრივ, ახანგრძლივებს ყალიბის ფარების გამოყენებას. ამ მიზნით პრაქტიკულად გამოიყენება სხვადასხვა სახის ემულსია (წყალი=ზეთი, წყალი=საპონი=ნავთი) და სუსპენზიები (წყალი=ცარცი, თიხა=ზეთი, ცემენტი=წყალი=ზეთი). კარგ შემდეგ იძლევა ნიკოლის და ავტოლის წყლის ემულსია და სხვ. შეზეთვის აღდგენა ხდება ყალიბის ყოველი I-4 გამოყენების შემდეგ.

## 2.4. განყალიბება

საყალიბო სამუშაოთა შედგენილობაში შედის ისეთი სამუშაოები, რომლებიც დაკავშირებულია ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების განყალიბებასთან. ეს სამუშაოები სრულდება მას შემდეგ, რაც ბეტონი მიიღებს სათანადო სიმტკიცეს. ამიტომ განყალიბება წარმოებს ვადებში, რომლებიც დამოკიდებულია ბეტონის გამყარების სიჩქარეზე. ამასთანავე, იგი დამოკიდებულია ყალიბის ყოველი ელემენტის დანიშნულებასა და რკინაბეტონის კონსტრუქციის მუშაობის ხასიათზე.

საძირკველის და კოჭების ყალიბების გვერდითი ფარები, თუ ისინი დაკავშირებული არ არიან დატვირთვების ქვეშ მყოფი სხვა კონსტრუქციის ყალიბებთან, იხსნებიან მხოლოდ მას შემდეგ, რაც სათანადო სიმტკიცეს მიღწეული ბეტონი უზრუნველყოფს მის ზედაპირს და ნაწიბურებს დაზიანებისაგან. ჩვეულებრივ პირობებში, რაც პაერის ტემპერატურა + 12 ÷ 18°C - ია, პორტლანდცემენტზე დაზღადაბული ბეტონის განყალიბება შესაძლებელია 2-3 დღის შემდეგ.

იმ კონსტრუქციებისათვის, სადაც ყალიბის შიდი ელემენტები იღებენ ნორმატიული დატვირთვის 70 %-ზე მეტს, ყალიბი შეიძლება მოიხსნას მხოლოდ მაშინ, როცა ბეტონი მიაღწევს საპროექტო სიმტკიცის 100 %-ს.

თუ ფაქტობრივი დატვირთვა ნორმატიული დატვირთვის 70 %-ზე უფრო ნაკლებია, 3 მ-ზე ნაკლები მალის სიგრძის ფილების ან 6 მ-ზე ნაკლები მალის სიგრძის სხვა კონსტრუქციების ყალიბის შიდი ელემენტების მოხსნა დასაშვებია მხოლოდ მაშინ, როცა ბეტონი მიაღწევს საპროექტო სიმტკიცის 70 %. დიდი მალის მქონე და წინასწარ დაძაბული კონსტრუქციების ყალიბისათვის ეს სიდიდე 80 %-ია. თუ კონსტრუქცია დაარმატურებულია შიდი შედუღებული კარკასით, მაშინ ყალიბის მოხსნა დასაშვებია იმ შემთხვევაში, როცა ბეტონის სიმტკიცე მიაღწევს საპროექტო სიმტკიცის 25 %-ს.

ზაფხულობით ყალიბის შიდი ელემენტების მოხსნა იწყება დაბეტონებიდან მხოლოდ 7-14 დღის შემდეგ. საერთოდ განყალიბების ვადების შემცირება შეიძლება ბეტონის სიმტკიცის ზრდის დაჩქარებით და მთელი რიგი ღონისძიებებით, რომელთაგან უფრო მნიშვნელოვანია სწრაფმყარებადი ცემენტის გამოყენება, ბეტონის თერმული დამუშავება და გამკვრივების ეფექტური მეთოდების გამოყენება.

2.4 და 2.5 ცხრილებში მოცემულია სხვადასხვა სახის ცემენტზე დაზადებული ბეტონის სიმტკიცის ზრდა დროის ერთეულში.

განსაკუთრებული სიფრთხილით უნდა მოვეციდეთ ყალიბს გახსნის დროს, რომ არ დაზიანდეს. მსუბუქ ფარებს ბეტონიდან ხსნიან სპეციალური განსაყალიბებელი ძალაყინი-ლურსმანსაძრობით, მსხვილბანელოვან ფარებს კი - მუხლა ბერკეტით, რომელიც დაკიდებულია ამწე მექანიზმების კაკვზე.

კონსტრუქციის განყალიბებას აწარმოებენ გარკვეული თანამიმდევრობით: მრავალსართულიან სახლებში - სართულების მიხედვით, სართულის ფარგლებში კი - ცალკეული კონსტრუქციების მიხედვით.

სართულებზე განლაგებული ხარაჩოების სვეტების მოხსნისას ხელმძღვანელობენ შემდეგი წესებით: დასაბეტონებელი გადახურვის ქვეშე განლაგებული გადახურვის ყალიბის სვეტების მოხსნა დასაშვებია არ არის. გადახურვის ქვეშე მდებარე ყალიბის სვეტების მოხსნა შეიძლება მხოლოდ ნაწილობრივ. ყველა ზეწარსა და კოჭს ქვეშე, რომელთა მალი 4 მ და მეტია, უნდა დარჩეს სვეტები ერთმანეთისაგან არა უმეტესი 3 მ დაშორებით. გადახურვის ქვეშე მდებარე დანარჩენი ყალიბების სვეტების მოხსნა მთლიანად შეიძლება იმ შემთხვევაში, თუ ამ ბეტონში მიღწეულია საპროექტო სიმტკიცე.

თაღების, კამარების, ნაოჭა გადახურვის, მათი მსგავსი კონსტრუქციებისა და აგრეთვე 8 მ-ზე მეტი სიგრძის მალის მქონე კოჭების განყალიბებას წინ უნდა უძღოდეს განქარგილების პროცესი. განქარგილება უზრუნველყოფს დაბეტონებული კონსტრუქციის მუშაობაში მდგრად ჩართვას მისი სტატიკური სქემის მიხედვით. ამ პროცესს ახორციელებენ სოლების შესუსტებით,

დომკრატების ხრახნის დაწვეით, ცილინდრებიდან ქვიშის გამოშვებით და სხვ.

ყოველი ხელსაწყო დაწვევის საჭირო სიდიდე გამოითვლება ფორმულით

$$h_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma} + \Delta_{\Sigma} + \xi,$$

სადაც  $\Delta_{\Sigma}$  არის ხელსაწყო განლაგების წერტილში საკუთარი მასის მოქმედებისას მალის ნაშენის კონსტრუქციის ჩაღწევა;

$\Delta_{\Sigma}$  - ხარაჩოს დრეკადი დეფორმაცია ვერტიკალური მიმართულებით;

$\xi$  - ხელსაწყო სვლის მარაგის სიდიდე, რომელიც უზრუნველყოფს ხარაჩოების გამოყოფას მალის ნაშენისაგან, მიიღება 10-30 მმ-ის ტოლი.

ც ხ რ ი ლ ი 2.4

400-500 მარკის პორლანდემენტზე დაშაფბული ბეტონის ფარდობითი სიმტკიცე %-ობით

ბეტონის სა- შუალო ტემ- პერატურა, t°C	ბეტონის გამყარების ვადა, დღე								
	1	2	3	4	5	6	7	14	28
0	20	26	31	35	39	43	46	61	77
10	27	35	42	48	51	55	59	75	91
15	30	39	45	52	55	60	64	81	100
20	34	43	50	56	60	65	69	87	-
30	39	51	57	64	68	73	76	95	-
40	48	57	64	70	75	80	85	-	-
50	49	62	70	78	84	90	95	-	-
60	54	68	78	86	92	98	-	-	-
70	60	73	84	95	-	-	-	-	-
80	65	80	92	-	-	-	-	-	-

მალის ნაშენების განქარგილებისას ხელსაწყოებს თანდათანობით დაბლა სწევინ მალის შუა ნაწილიდან საყრდენებისაკენ. ამის მიხედვით განქარგილების პრაცესი იყოფა რამდენიმე სტადიად. ყოველი ხელსაწყო ყოველ სტადიაზე უნდა დაიშვას ისეთ სიდიდემდე, რომელიც გამოითვლება ფორმულით

$$\Delta h_{\Sigma} = \frac{h_{\Sigma}}{m},$$

სადაც  $m$  მალის ნაშენის დაწვევის სტადიათა რაოდენობაა.

მრგვალი რეზერვუარების, ბუნკერის ძაბრისა და სხვა მსგავსი კონსტრუქციების განქარგილებას აწარმოებენ კონსტრუქციის ცენტრში დაყენებული

სწრაფმყარებადი მაღალი აქტიურობის ცემენტზე დაშალებული ბეტონის ფარდობითი სიმტკიცე %-ობით

ბეტონის საშუა- ლო ტემპერატურა, t °C	ბეტონის გამყარების ვადა, დღე								
	1	2	3	4	5	6	7	8	14
0	27	39	45	50	55	62	66	71	95
5	30	42	51	60	67	74	80	86	-
10	36	51	60	69	77	85	92	100	-
15	40	55	68	79	89	99	-	-	-
20	45	62	75	90	-	-	-	-	-
30	54	73	90	-	-	-	-	-	-

საყრდენების დაწვეით. დაწვევა წარმოებს კონცენტრირებული რიგებით კონსტრუქციის პერიმეტრის მიმართულხებით. ყოველ კონცენტრირებულ რიგზე საყრდენების დაწვევა ერთდროულად ხდება.

3. ს ა ა რ მ ა ტ უ რ ო ს ა მ უ შ ა ო ე ბ ი

3.1 საარმატურო ლითონი და არმატურის სახეები

რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაარმატურებისათვის გამოიყენება ლეროვანი და მავთულის სახის საარმატურო ლითონი, რომელიც აკმაყოფილებს სათანადო სახელმწიფო სტანდარტების და ტექნიკური პირობების მოთხოვნებს. საარმატურო ლითონი მექანიკური თვისებების მიხედვით იყოფა კლასებად. მაგალითად, ლეროვანი არმატურა შედის A კლასში, მავთული B კლასში, საარმატურო ბაგირი - K კლასში და ა.შ.

ლითონის მაქსიმალური ეკონომიის უზრუნველსაყოფად მიზანშეწონილია რაც შეიძლება უფრო მაღალი მექანიკური თვისებების მქონე არმატურის გამოყენება, რაც დაშვებულია რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტების ნორმებით. არმატურის ლითონს ყოველ კერძო შემთხვევაში არჩევენ კონსტრუქციის ტიპის მიხედვით, მათი დაშალებისა და ექსპლუატაციის პირობების გათვალისწინებით.

საარმატურო სამუშაოების მაქსიმალური მექანიზაცია და ინდუსტრიალიზაცია შესაძლებელია როგორც შედუღებული ბადეების, ისე ბრტყელი და მოკულობითი შედუღებული კარკასების გამოყენებით.

საარმატურო ლითონის კლასებისათვის მიღებული აღნიშვნები იცემა ინდექსებით, რომლებითაც საჭიროების შემთხვევაში აღნიშნავენ დაზაღების წესს, განსაკუთრებულ ავისებას ან დანიშნულებას. მაგალითად, თერმომექანიკურად და თერმულად დამუშავებული ლეროიანი არმატურის ლითონი აღნიშნება **A** სიმბოლოთი, ლითონი, რომელიც გამოიყენება ჩრდილოეთ რაიონებში - **Ac** -თი; თერმომექანიკურად და თერმულად დამუშავებული შედუღებადი ლითონი „**C**“ ინდექსით (მაგალითად, **AT - IVC**), ხოლო ასეთივე ლითონი, რომელსაც აგრეთვე ახასიათებს ძაბვის ქვეშ კოროზიის მიმართ ამალეებული წინააღობა, აღნიშნება „**K**“ ინდექსით (მაგალითად, **AT - VIK**);

**A - I** კლასის ლითონი მზადდება მრგვალი კვეთის გლუვი ზედაპირით. სხვა კლასების საარმატურო ლითონს აქვს პერიოდული პროფილი (ნახ. 3.1). ასეთი ღეროების ნომინალური დიამეტრი შეესაბამება განივი კვეთის ფართობით ტოლდოდ მრგვალი, გლუვი ღეროების ნომინალურ დიამეტრს. ღეროების გომეტრიული მახასიათებლები და მათი ხაზობრივი სიმკვრივე მოცემულია 3.1 ცხრილში.

პერიოდული პროფილის საარმატურო ლითონი წარმოადგენს მრგვალ ღეროებს ორი გრძივად განლაგებული წიბოთი და განივი შევრილებით, რომლებიც მიემართებიან სპირალური ხრახნის ხაზით. საარმატურო ლითონების პროფილი ნაჩვენებია 3.1 ნახაზზე.

**A - I** და **A - II** კლასის (12 მმ დიამეტრის) და **A - III** კლასის (10 მმ-მდე დიამეტრის) ღეროიანი არმატურების მიწოდება ხდება გორგლისა და წნელის სახით. დანარჩენ საარმატურო ლითონს აწოდებენ წნელებში. წნელის სიგრძე 6-დან 12 მ-მდეა. თერმულად განმტკიცებულ საარმატურო ლითონს მიაწოდებენ 5,3-დან 13,5 მ-მდე საზომი სიგრძის წნელებში. მხარეების შეთანხმებით შესაძლებელია 26 მ-მდე სიგრძის ღეროს მიწოდება.

ღეროვან საარმატურო ლითონს კლასისა და დიამეტრის მიხედვით ამზადებენ ნახშირბადოვანი და დაბალეგირებული ლითონისაგან (ცხრ. 3.2). ჩვეულებრივი ხარისხის ნახშირბადოვანი ლითონის მარკები და საერთო ტექნიკური მოთხოვნა მათ მიმართ დადგენილია სახელმწიფო სტანდარტით (ГОСТ 380-71).

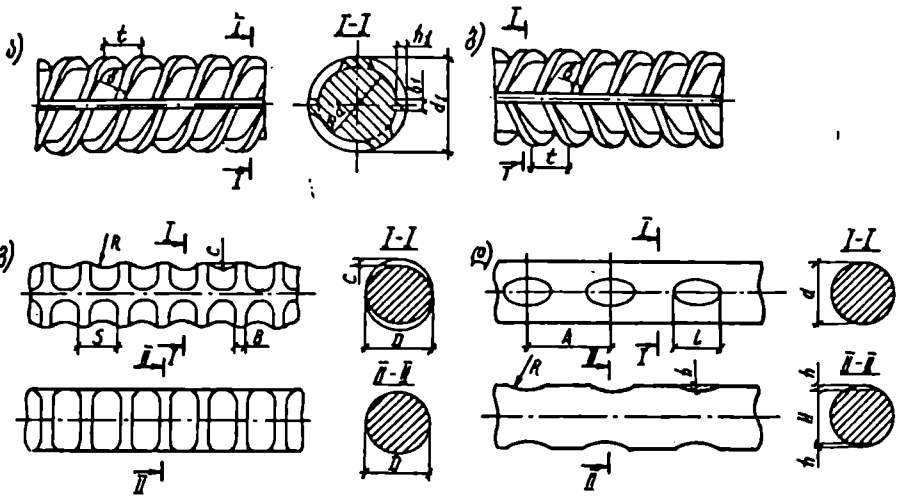
დანიშნულების მიხედვით ჩვეულებრივი ხარისხის ნახშირბადოვანი ლითონი იყოფა ა, ბ და გ ჯგუფებად.

ა-ჯგუფს მომხმარებელს აწვდიან მექანიკური თვისებების მიხედვით;

ლითონის არმატურის ხაზობრივი სიმკვრივე (линейная плотность металлической арматуры) - ერთი გრძ. მ-ის ლითონის არმატურის მასა კგ/მ-ში.

არმატურის გორგალი (арматурный моток) - ხვეულას სახით დამზადებული 6-16 მმ დიამეტრის საარმატურო ლითონი.

არმატურის წნელი (арматурный пруток) - არმატურის ღერო.



ნახ. 3.1. - პერიოდული პროფილები.

- ა - A - II კლასის ლითონის ღეროვანი არმატურის;
- ბ - იგივე, დანარჩენი კლასის არმატურის;
- გ - BP - I კლასის დაბალნახშირბადოვანი საარმატურო მავთულის;
- დ - იგივე BP - II კლასის მაღალი სიმტკიცის.

ბ - ს - ქიმიური შედგენილობის მიხედვით;

გ - ს კი - როგორც მექანიკური თვისებების, ასევე ქიმიური შედგენილობის მიხედვით.

საარმატურო ლითონის მექანიკური თვისებები მოყვანილია 3.3 ცხრილში.

ღეროების ბოლოები საარმატურო ლითონის მარჯის მიხედვით იღებება შემდეგი ფორის საღებავებით:

- A<sub>T</sub>-IIIIC - თეთრი და ლურჯი;
- A-IV - წითლი;
- A<sub>T</sub>-IVC - თეთრი და ყვითელი;
- A<sub>T</sub>-IVK - მწვანე;
- A-V - წითლი და მწვანე;
- A<sub>T</sub>-V - ლურჯი;
- A<sub>T</sub>-VK - თეთრი და მწვანე;
- A-VI - წითლი და ლურჯი;
- A<sub>T</sub>-VI - ყვითელი;
- A<sub>T</sub>-VIK - მწვანე და შავი.

საარმატურო ლითონის მიღების და გამოცდის წესები დადგენილია შესაბამისი სტანდარტებითა და ტექნიკური პირობებით. გამოცდას გაჭიმვაზე და დაღუნვაზე აწარმოებენ შესაბამისად ГОСТ 12004-81 და ГОСТ 14019-68 მიხედვით.

3-8 მმ დიამეტრის მავთულის არმატურას ამზადებენ ცივი აღიღვით. ფარის მიხედვით მავთულის არმატურა იყოფა გლუვ და პერიოდულ პროფილებად.

ც ხ რ ი ლ ი 3.1

ღეროვანი არმატურის გეომეტრიული მახასიათებელი და ხაზობრივი სიმკვრივე

ნომინალური დიამეტრი (პროფილი, ნომერი) მმ	ღეროს განივი კვეთის ფართობი, მმ <sup>2</sup>	ღეროს ხაზობრივი სიმკვრივე, კგ/მ
6	28,3	0,222
8	50,3	0,395
10	78,5	0,617
12	113	0,888
14	154	1,21
16	201	1,58
18	254	2,0
20	314	2,47
22	380	2,98
25	491	3,85
28	616	4,83
32	804	6,31
36	1018	7,99
40	1257	9,87
45	1590	12,48
50	1963	15,41
55	2376	18,65
60	2827	22,19
70	3848	30,21
80	5027	39,46

ღეროვანი არმატურის ლიონის ნომენკლატურა და მარკა

საარმატურო ლიონის კლასი	ღეროს დიამეტრი, მმ	ლიონის მარკა
A-I	6-40 6-18	CT3KΠ3, CT3ΠC3, CT3CΠ3, BCT3ΠC2, BCT3OΠ2, BCT3KΠ2 BCT3ΓΠO2
A-II	8-40 40+80	BCT5CΠ2, BCT5ΠO2 I8Γ2C
Ao-II	10-32	IOIT
A-III	6-40 6-22	35ΓC, 25Γ2C 32Γ2ΠC, 32Γ2PΠO
Aτ-IIC	10-40	BCτ5OΠ, BCτ5ΠO
A-IV	10-18 10-32	80C 20XΓ2Ц
Aτ-IVC	10-28	25Γ2C
Aτ-IVK	10-28	IOΓC2, 20XΓC2, O8Γ2C
A-V	10-32	23X2Γ2T
Aτ-V	10-28	20ΓC, IOΓC2, 20ΓC2
Aτ-VCK	10-28	20XΓC2
A-VI	10-22	22X2Γ2AΠ, 22X2Γ2P
Aτ-VI	10-28	20ΓC, 20ΓC2
Aτ-VIK	10-28	20XΓC2
Aτ-VII	—	შემსრულებელი ადგენს დამკვეთთან შეთანხმებით

შენიშვნა: CT აღნიშნავს „ლიონს“; ციფრები 0-დან 6-მდე - ლიონის ქიმიურ შედგენილობასა და მექანიკურ თვისებებზე დამოკიდებული მარკის პირობით ნომრებს, B და B ასოები აღნიშნავს ლიონის ჯაუსს / A ჯაუსი არ აღინიშნება/.



ლითონის მეცნიერების ხარისხი აღინიშნება მარჯის ნომრისათვის შემდეგი ინდექსების დამატებით: **III** - მფლარე; **IIIC** - ნახევრად მშვიდი; **CIIC** - მშვიდი. აღნიშვნის ბოლოს ემატება ლითონის კატეგორიის ნომერი (პირველი კატეგორია არ აღინიშნება).

დაბალტეგორიული ლითონის მარკების აღნიშვნებში პირველი ციფრი უჩვენებს ნახშირბადის შედგენილობას პროცენტის მესამედ ნაწილში; ასოები კი ნივთიერების სახელწოდებას აღნიშნავს. მაგალითად, **I** - მანგანუმი; **C** - სილიციუმი; **T** - ტიტანი; **X** - ქრომი; **A** - აზოტი; **D** - ალუმინი; **II** - ციკონი; **P** - ბორი. ციფრები ასოების შემდეგ აღნიშნავენ სათანადო ელემენტის დაახლოებით რაოდენობას პროცენტის მეორე რიცხვში.

### ც ხ რ ი 3.3

ღეროვანი ლითონის არმატურის მახასიათებლები

ლითონის არმატურის კლასი	შენიშვნის მნიშვნელობა (მნიშვნელობა) (პროცენტი)	ნ.შ, მპა	ღეროვანი მნიშვნელობა (მნიშვნელობა) (პროცენტი)	ფარდობითი წარმართულობა გაწვევების შემდეგ		ღუნვაზე გამოდის პირობები. ციფრ მდგომარეობაში (C - საბარათის სისქე; d - ღეროს დიამეტრი)
				δ <sub>5</sub>	δ <sub>P</sub>	
A - I	235	375	25	-	180°; C = 0,5 d	
A - II	295	490	19	-	180°; C = 3 d	
Ac - II	295	440	25	-	180°; C = 1 d	
A - III	390	590	14	-	90°; C = 3 d	
AT - III	440	590	14-15	-	90°; C = 3 d	
A - IV	590	885	8	2	45°; C = 5 d	
AT - IV	590	785	9-10	2	45°; C = 5 d	
AT - IV C	590	835	9-10	2	45°; C = 5 d	
AT - IV K	590	785	9-10	2	45°; C = 5 d	
A - V	785	1030	7	2	45°; C = 5 d	
AT - V	785	980	7-8	2	45°; C = 5 d	
AT - V K	785	980	7-8	2	45°; C = 5 d	
A - VI	980	1225	6-7	2	45°; C = 5 d	
AT - VI	980	1180-1230	6-7	2	45°; C = 5 d	
AT - VI K	980	1180-1230	6-7	2	45°; C = 5 d	
AT - VII	1180	1370-1420	5-6	1,5	45°; C = 5 d	

დაუძაბავი სახის არმატურად იყენებენ B-I და Bp - I კლასის მავთულს, რომლებსაც ამზადებენ დაბალნახშირბადოვანი ლითონისაგან (ГОСТ - 380-71). წინასწარ დაძაბული არმატურისათვის იხმარება B - II და Bp - II კლასის მავთული, რომლებსაც ამზადებენ 65-85 მარკის (ГОСТ - 14959-79) ნახშირბადოვანი კონსტრუქციული ლითონისაგან. პერიოდული პროფილის მავთულს აღნიშნავენ ინდექსით Bp. საარმატურო მავთულის მახასიათებლები მოყვანილია 3.4 და 3.5 ცხრილებში.

ც ხ რ ი ლ ი 3.4

საარმატურო მავთულის გეომეტრიული მახასიათებლები და ხაზობრივი სიმკვრივე

ნომინალური დიამეტრი (პროფილის ნომერი)-, მმ	განივი კვეთის საანგარიშო ფართობი, მმ <sup>2</sup>	მავთულის ხაზობრივი სიმკვრივე, კგ/მ
3	7,1	0,057
4	12,6	0,099
5	19,6	0,154
6	28,3	0,222
7	38,5	0,302
8	50,3	0,395

შენიშვნა: პერიოდული პროფილის Bp - I კლასის მავთულის ხაზობრივი სიმკვრივე  $\varnothing 3$  მმ - 0,052 კგ;  $\varnothing 4$  მმ - 0,092 კგ და  $\varnothing 5$  მმ - 0,144 კგ-ის შესაბამისი უნდა იყოს.

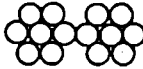
$K=7$



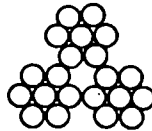
$K=19$



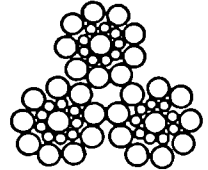
$K=2 \times 7$



$K=3 \times 7$



$K=3 \times 19$



ნახ. 3.2. საარმატურო ბაგირების განივი კვეთი.

ჩვეულებრივი და მაღალი სიმტკიცის ციენაჭიმი მავთულის  
მახასიათებლები

საარმატურო მავთულის კლასი	სახელმწიფო სტანდარტი ГОСТ	მინიმალური ღიაშებრი, მმ	გამწვევები ძალა, кN	პირობითი დენადობის ზღვრის შესაბამისი ძალევა, P 0.2, кN	ფარდობითი წაგრძელება გაწვევების შემთხვევაში 100 მმ სიგრძეზე, %	გადალენის რიცხვი (ლიტერაციის დიამეტრი 30 მმ)	სამართლის დიამეტრი 180 მმ ლუნვაში გამოყდისას ციენ მდგომარეობაში
<b>არა უმცირესი</b>							
B - I	6727-80	3	3,9	-	2	4	-
Bp - I		4	6,8	-	2,5	4	-
		5	10,4	-	3	4	-
B - II	7348-81	3	13,13	10,51	4	9	-
		4	22,15	17,72	4	7	-
		5	32,73	26,19	4	5	-
		6	44,3	35,44	5	-	5 d
		7	56,55	45,24	6	-	5 d
		8	68,89	55,11	6	-	5 d
Bp - II	7348-81	3	12,81	10,25	4	8	-
		4	21,54	17,23	4	6	-
		5	30,8	24,63	4	3	-
		6	41,6	33,3	5	-	5 d
		7	52,8	42,3	6	-	5 d
		8	64,1	51,3	6	-	5 d

საარმატურო ბაგირები (ნახ. 3.2) შზადდება მაღალი სიმტკიცის ციენა  
გაჭიმული მავთულისაგან. მავთულის სიმტკიცის რაციონალურად გამოყენების-  
სათვის მავთულის შეგრძობის ბიჯს ბაგირის 10-16 მმ დიამეტრის ტოლს იღებენ.  
საარმატურო ბაგირების მექანიკური მაჩვენებლები მოცემულია 3.6 ცხრილში.  
დაშვების დროს ეს ბაგირები დაბალტემპერატურულ მოშვებას განიცდიან.

საარმატურო მავთულს და ბაგირებს შვენებლობას აწვდიან შეხვევის გარეშე, ბაგირებს - დახვეულ ბარბანებზე ან ბუხტებში, მავთულს - გორგლის მასით 20-100 კგ. დასაშვებია 1500 კგ-მდე მასის მავთულის გორგალი. თითოეული გორგალი უნდა შედგებოდეს მავთულის ერთი ნაჭრისაგან.

მავთული და საარმატურო ბაგირი უნდა გამოიცადოს გაჭიმვაზე ГOCT 12004-81 მიხედვით; გადაღუნვაზე მავთულს ცდიან ГOCT 1579-80 მიხედვით. ორი ან სამწნულიანი ბაგირები, ასევე 7-8 მმ-იანი მაღალი სიმტკიცის მავთული მზადდება მხოლოდ ერთჯერადი დაკვეთით.

დაუძაბავი არმატურის სახით უმთავრესად გამოიყენება ლეროიანი საარმატურო ლითონი A - I, A - II, A - III და A - IV კლასისა, აგრეთვე პერიოლული პროფილის ჩვეულებრივი Bp - I კლასის საარმატურო მავთული. რკინაბეტონის ელემენტებისათვის წინასწარ დაძაბული არმატურის შერჩევის დროს უპირატესობა ენიჭება ცხლად გლინულ და თერმომექანიკურად განმტკიცებულ A - V; A - VI; AT - V და AT - VI კლასის ლეროიან არმატურას, მაღალი სიმტკიცის მავთულს და საარმატურო ბაგირებს.

სამონტაჟო მარყუებებისათვის გამოიყენება ცხლად გლინული A - II კლასის IO IT მარკის, A - I კლასის B CT3 CH 2 და B CT3 HC.2 მარკის საარმატურო ლითონები.

ხშირად დაპროექტებისას ან წარმოების პირობებში საჭიროა ვიცოდეთ არმატურის დრეკადობის მოდული (E<sub>B</sub>). მისი სიდიდეები სხვადასხვა სახის საარმატურო ლითონისათვის შემდეგია:

არმატურის კლასი	დრეკადობის მოდული E <sub>B</sub> , MPa
A - I; A - II; AC - II; . . . . .	2,06 X 10 <sup>6</sup>
A - III; AT - IIIC; A - IV . . . . .	1,96 X 10 <sup>6</sup>
AT - IV; A - V; AT - V; A - VI; AT - VI; A - VII; . . . . .	1,86 X 10 <sup>6</sup>
B - I; B - II; Bp - II; . . . . .	1,96 X 10 <sup>6</sup>
Bp - I; K - 7; K - 19; . . . . .	1,76 X 10 <sup>6</sup>

შედლებული ბადების დასაშვადებლად გამოიყენება Bp-I კლასის 3-5 მმ დიამეტრის დაბალნახშირბადიანი საარმატურო მავთული და A-III კლასის 6-12 მმ დიამეტრის ლეროიანი ლითონი. ბადების დასაშვადებლად ასევე დასაშვებია B - I კლასის გლუვი მავთულის გამოყენება. მიწოდების მიხედვით ბადეები ორგვარია: რულონური და ბრტყელი. უკანასკნელი მზადდება 1040-დან 3630 მმ-მდე სიგანის და 9 მ-მდე სიგრძის. გრძივად განლაგებული ლეროების ბიჯი ბადეში 100, 150 და 200 მმ-ია, განივად განლაგებული კი 50-დან 300 მმ-მდე. სხვადასხვა სახის საარმატურო ლითონის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობის შეფასების მიზნით გაანგარიშებებში მიღებული A-I კლასის ლითონზე დაყვანის კოეფიციენტის გამოყენება. ამ კოეფიციენტის

დიდე მოცემულია ქვემოთ ცხრილში. იგი ითვალისწინებს საარმატურო ლიონის სიმტკიცის მახასიათებლებს და ასევე ტექნოლოგიურ და კონსტრუქციულ ოვისებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ რკინაბეტონის კონსტრუქციებში არმატურის ხარჯს.

საარმატურო ლიონი  
(სახე, კლასი)

დაყვანის კოეფიციენტი

I. ლეროვანი :	
A - I	1,0
A - II	1,21
A - III; AT - III C	1,45
A - IV; AT - IV C	1,95
A - V; AT - V	2,2
A - VI; AT - VI	2,4
A - VII	2,6
2. მავთულიანი :	
B - I	1,39
Bp - I	1,47
B - II; Bp - II	2,8
K - 7; K - 19	3,0

3.6 და 3.7 ცხრილებში მოყვანილია 1982 წლის I იანვრიდან ჩვენში მოქმედი საბითუმო ფასები საარმატურო ლიონებზე, რომლებიც გამოიყენება რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაარმატურებისათვის. უნდა აღინიშნოს, რომ არმატურის ფასი დამოკიდებულია არა მარტო მის კლასზე, არამედ დიამეტრზეც.

შედულებული ბაღეების საბითუმო ფასები დადგენილია 1980 წლის № 01-19 პრეისკურანტით. I ტ ბადის ფასი განისაზღვრება 204-344 მანეთით. ბადის ფასი მით უფრო დიდია, რაც უფრო მცირეა ბადის უჯრედის ზომები და მავთულის დიამეტრი.

ჩვეულებრივი დაუძაბავი, მონოლითური და ხსაწყობ-მონოლითური კონსტრუქციების დაარმატურებისათვის იყენებენ გამსხვილებულ სამონტაჟო ელემენტებს, შედულებულ ბაღეებს, ბრტყელი და სივრცული კარკასების სახით: ამ ელემენტებს ამზადებენ ქარხნული წესით, შემოაქვთ ვშენებლობაზე, ან უშუალოდ სამშენებლო მოედანზე და ამწის საშუალებით ამონტაჟებენ. რთული კონსტრუქციის დაარმატურება ხდება მხოლოდ განსაკუთრებულ შემთხვევაში საპროექტო მდგომარეობაში ცალკეული არმატურის ლეროების საშუალებით. ცალკეული ლეროები ერთმანეთს უერთდება შედულებით ან შეკვრით.

არმატურის ბაღე (ნახ. 3.3 ა, ბ, გ) წარმოადგენს ურთიერთგადაჯვარდინებულ ლეროებს, რომლებიც გადაკვეთის ადგილებში შედულებულნი არიან.

ბრტყელი კარკასი (ნახ. 3.3, გ) შედგება ორი, სამი, ოთხი და მეტი გა-

## ღეროვანი საარმატურო ლიონის საბითუმო ფასი

არმატურის კლასი და ლიონის ტიპი	I ტ ლიონის საბითუმო ფასი მანეთებში არმატურის ღიაშეტრის (მმ) მიხედვით		
	6-10	12-18	20-40
A - I: მლუდარე; ნახევრად შშვიდი, შშვიდი	153-137 154-138 168-152	137-128 138-130 151-141	121-119 130-120 142-131
A - II: ნახევრად შშვიდი, შშვიდი, დაბალეგირებული	142 156 182	139-134 152-145 178-170	131-123 143-135 168-157
A - III	179-163	159-152	150-140
A - IV AT- IV	208-193 169	188-181 165-157	179-168 155-145
A - V AT- V	223-208 175	204-197 171-163	196-184 161-151
A - VI AT- VII	186 201	182-174 197-189	172-168 187-177

შენიშვნა: ღეროვანი საარმატურო ლიონის საბითუმო ფასი დადგენილია 1980 წ. გამოცემულ № I-09 პრეისკურანტის მიხედვით.

ნივი ღეროსაგან, რომლებიც შეერთებული არიან განივი ან დახრილი ღეროებით. ბრტყელ კარკასებს იყენებენ ძირითადად კოჭების, ზეწრების, რიგელების და სხვა ხაზობრივი კონსტრუქციების დაარმატურებისათვის.

სივრცული კარკასი შედგება რამდენიმე ბრტყელი კარკასისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან შეერთებული არიან სათანადო სამონტაჟო ღეროებით. ასეთი კარკასები გამოიყენება მსუბუქი და მძიმე სვეტების, კოჭების, რიგელების და საძირკვლების დაარმატურებისათვის.

მავთულიანი არმატურის საბითუმო ფასები

არმატურის კლასი	I ტ მავთულიანი არმატურის საბითუმო ფასი (მან.) მავთულის დიამეტრის (მმ) მიხედვით			
	3	4-6	7-8	9-15
B - I	183	176	-	-
Bp - I	188	184	-	-
B - II	317	308	313	-
Bp - II	327	317	323	-
K - 7	-	361-352	347	345-333
K - 19	-	-	-	348

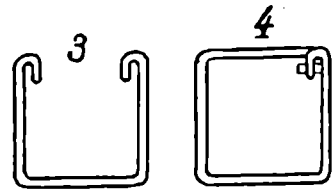
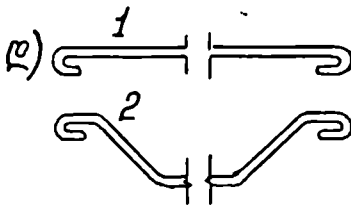
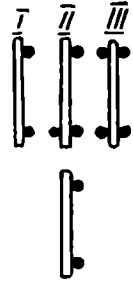
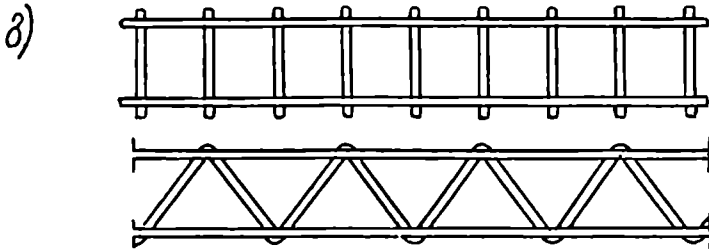
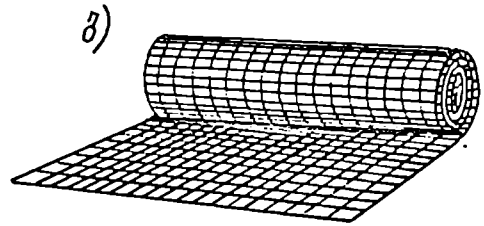
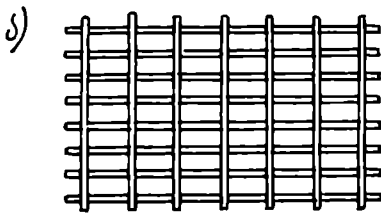
შენიშვნა: საარმატურო მავთულსა და ბაგირზე საბითუმო ფასები დადგენილია 1980 წლის № 01-17 და № 01-18 პრეისკურანტების მიხედვით.

ყალიბის ან სხვა დროებითი დატვირთვის მზიდი არმატურის ელემენტების სივრცული კარკასი მზადდება ხისტი ნაგლინი პროფილებისაგან, რომლებიც არმატურის ღეროებს შედუღებით უერთდებიან.

აზბადებენ სხვადასხვა კონფიგურაციის ცალბრივ არმატურასაც, იმის მიხედვით, თუ რა დანიშნულება ენიჭება მას კონსტრუქციის მუშაობის დროს (მაგალითად, მუშა, მანაწილებელი, ცალული ან სამონტაჟო).

მონოლითურ და ასაწყობ-მონოლითურ კონსტრუქციებში წინასწარი დაძაბულობა იქმნება გამყარებულ ბეტონზე არმატურის დაჭიმვით. ამ შემთხვევაში არმატურის ჩაწყობის წესის მიხედვით არჩევენ ხაზობრივ და უწყვეტ დაარმატურებას.

ხაზობრივი დაარმატურების შემთხვევაში დასაძაბავ კონსტრუქციებში მათი დაბეტონების დროს ტოვებენ ღია ან დახურულ ღარებს. მას შემდეგ, რაც ბეტონი მიიღებს საჭირო სიმტკიცეს, ღარებში აწყობენ არმატურის ელემენტებს და ჭიმავენ. მისგან გამოსწვეული ძალვა გადაეცემა დასაძაბავ კონსტრუქციას. დაძაბვის მეორე ვარიანტი: დაბეტონებამდე არმატურის ელემენტებს აწყობენ საყალიბო ფორმაში, სადაც მისი ზედაპირი იფარება სპეციალური შედგენილობის ზეთით. ეს საშუალებას იძლევა ღეროების დაჭიმვა განხორციელდეს ელექტროთერმული წესით. დაარმატურების ხაზობრივი წესი გამოიყენება კოჭებში, სვეტებში, ჩარჩოებში, მილებში, სილოსებში და ა.შ.



ნახ. 3.3. არმატურის ბადეებისა და კარკასების სახეები

ა-არმატურის ბადე; ბ-რულონური ბადე; გ-ბრტყელი კარკასი ორი, სამი ან ოთხი გრძივი ღეროთი; დ-ცალბორივი არმატურის სახეები; I-სწორი; 2-ორ მხარეს აღუნული; 3-ორჭრადი ცალული; 4-დახურული ცალული.

მრავალ კონსტრუქციაში მათი წინასწარი დაძაბვის შესაქმნელად.

არმატურის ჩაწყობის უწყვეტი წესი იფვალისწინებს უსასრულო სიგრძის საარმატურო მავთულის დაჭრემას დაბეტონებული კონსტრუქციის კონტურზე. ეს მეოთხე ჩვენში ძირითადად გამოიყენება რეზერვეუარების ცილინდრული კედლების წინასწარი დაძაბვის დროს.

ხაზობრივი წესის გამოყენების დროს დასაჭიში არმატურის ელემენტები შზადდება კონის ან ცალკეული ღეროების სახით. კონა წარმოადგენს პარალელურად განლაგებული მავთულების ან მათი წნულის ჯამს.



ღეროვანი არმატურის ელემენტები შედგება თვითონ ღეროსა და მის ბოლოებზე დამაგრებული ანკერებისაგან (ნახ. 3.4), რომელთა საშუალებითაც ხდება არმატურის დაჭიმვა და კონსტრუქციაზე დამაგრება.

### 3.2 დაუძაბავი არმატურის დამზადება და მონტაჟი

საარმატურო სამუშაოების ორგანიზაციას საფუძვლად უდევს არმატურის ცენტრალიზებული დამზადება. არმატურის დამზადება და შეკვრა სამშენებლო ობიექტზე დასაშვებია მხოლოდ გამონაკლისის სახით.

დაუძაბავი არმატურის დამზადების პროცესი შედგება ცალკეული ტექნოლოგიური ოპერაციებისაგან. მათი რიცხვი და შესრულების თანამიმდევრობა დამოკიდებულია დასამუშავებელი არმატურის სახეზე და დასამზადებელი კონსტრუქციის ტიპზე.

საარმატურო ლითონს დასამუშავებლად ლებულობენ ბუხტების ან წნელის სახით. მათ დასამუშავებლად გამოიყენება სხვადასხვა მეთოდი და დანადგარი. ამიტომ, არმატურის დამზადების პროცესი ორნაირია. პირველი ითვალისწინებს ბუხტებში მიწოდებული არმატურის დამუშავებას. ასეთ არმატურას მსუბუქს უწოდებენ. მეორეა არმატურის ღეროების, ანუ შიშივე არმატურის დამუშავება. ყველა ტექნოლოგიური ოპერაცია ერთიანდება ორ ჯგუფად. ოპერაციებში, რომლებიც ითვალისწინებენ ლითონის მექანიკურ დამუშავებას, და ოპერაციები, როცა ცალკეული ღეროები იკვრება საარმატურო ელემენტებად ბადების, ბრტყელი და სივრცული კარკასების სახით.

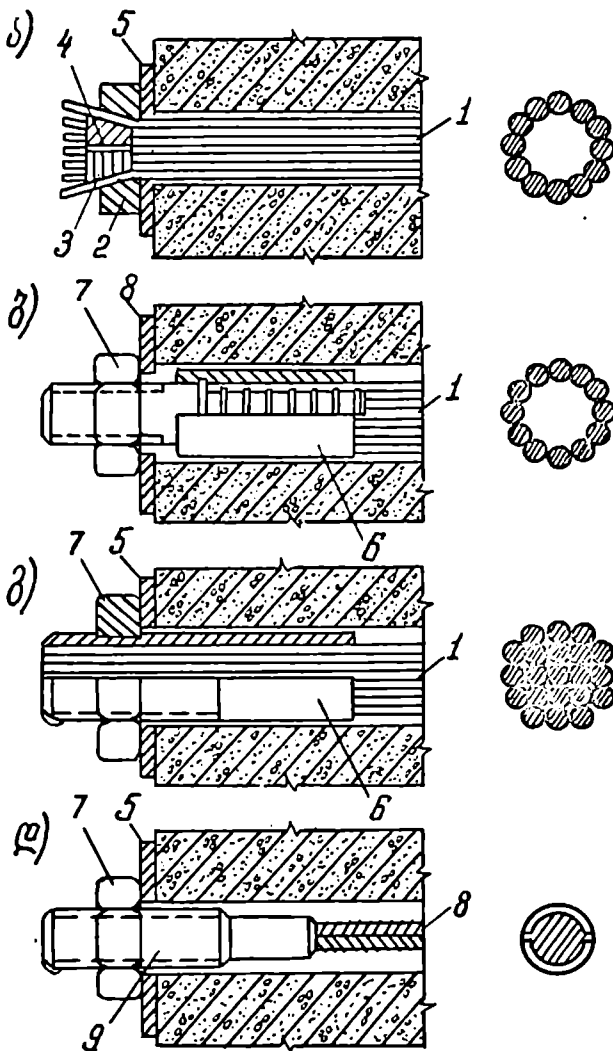
ლითონის მექანიკურ დამუშავებაში შედის ღეროების გასწორება, გაწმენდა, დაჭრა და მოლუნვა.

ბუხტებში მიწოდებული არმატურა (B - I; Bp - I; A - I; A - II; და A - III კლასის 3-12 მმ დიამეტრის ლითონი, ღეროების სახით მზადდება გამასწორებელ-დასაჭრელ ავტომატურ დაზგებზე (ნახ. 3.5). წნელის სახით მიწოდებულ არმატურას ასწორებენ ხელით სპეციალურ საწრფევებელ ფილასა ან არმატურის მოსალენ დაზგებზე. არმატურის ღეროებს წმენდენ ლითონის ჯაგრისით (ხელის) ან სპეციალურ ჩარხზე - ელექტროჯაგრისით. ღეროვანი არმატურის საჭრელად გამოიყენება ამძრავი ჩარხები, რომელთა მუშა ნაწილებს წარმოადგენს ორი დანა.

არმატურის ღეროების მოლუნვა (ნახ. 3.6) წარმოებს ამძრავ ჩარხებზე, სადაც მუშა ორჯანოა ვერტიკალურ ღილაკზე დამაგრებული დისკო. დისკოს მობრუნებისას ღერო გადაილუნება ღერძული უმოძრაო საბჯენის გარშემო. მსუბუქი არმატურა ასევე ილუნება ხელის ჩარხებით.

3.7 ნახაზზე მოყვანილია არმატურის დამზადების ტექნოლოგიური პროცესის ქსელური მოდელი.

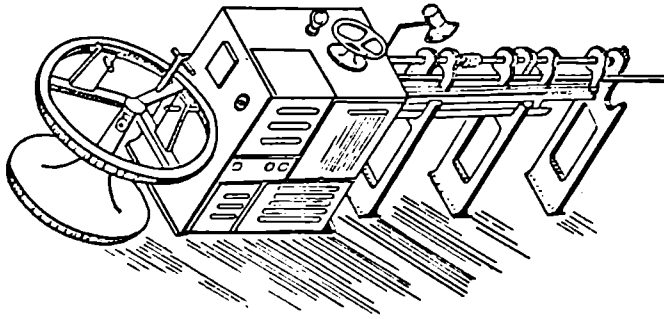
არმატურის დამზადებისა და მონტაჟის დროს ფართოდ სარგებლობენ ელექ-



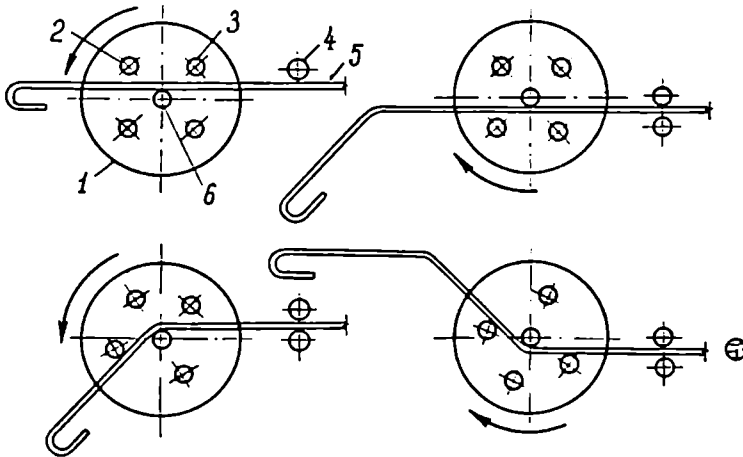
ნახ. 3.4. ანკერების სახეები გამყარებულ ბეტონზე

დასაჭიში მავთულიანი და ლეროვანი არმატურისათვის

- ა - სოლისებრი; ბ - მასრა-ლეროვანი; ვ - მასროვანი; დ - ლეროვანი;  
 I - კონის მავთულიანი არმატურა; 2-ანკერის კალაპოტი; 3 - ანკერის  
 საცობი; 4 - ნასვრეტი საცობში ხსნარის ინექციისათვის; 5 - ფილა;  
 6 - მასრა; 7 - ქანჩი; 8 - ლეროვანი არმატურა; 9 - კულისა.

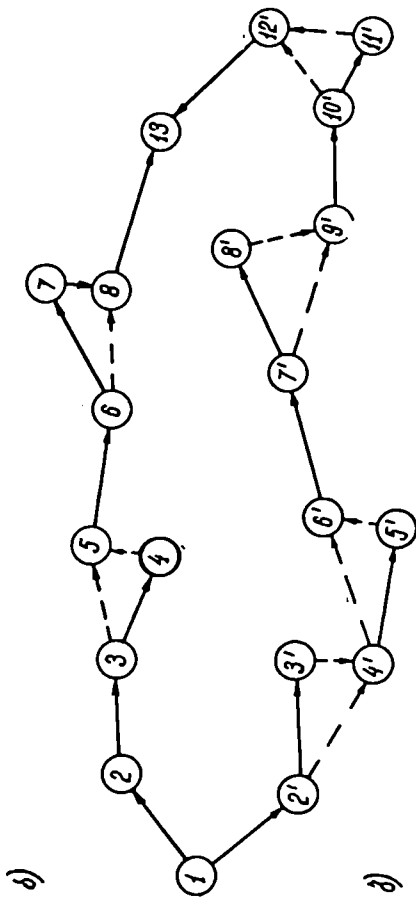


ნახ. 3.5. ლიონის არმატურის ღეროების  
გამასწორებელ-დასაჭრელი II-6118  
ტიპის ჩარხი



ნახ. 3.6. არმატურის გადასალუნავი ჩარხის  
მოქმედების პრინციპი

- I - გადასალუნავი დისკო ვერტიკალურ ღიღვზე დამაგრებული;  
2 - თიბი; 3 - ნახევრეტი თიბისათვის; 4 - საბჯენი; 5 - არ-  
მატურის ღერო; 6 - ღერძული საბჯენი თიბი.



ნახ. 3.7. არმატურის დაშვადების ტექნოლოგიური პროცესის ქსელური მოდელი  
 ა - მ ს უ ბ უ ქ ი ა რ მ ა ტ უ რ ა ; 1-2-ბუხტების შენახვა ;  
 2-3-ბუხტების გაშლა, სწორება-ჭრა.

3-4-ფეროების გადაღწევა ; 5-6-ბრტყელი კარკასის ბადების წერტილოვანი  
 ელექტრომოდულები ; 6-7 ბადების გადაღწევა ; 8-13-პროდუქციის საწყობში  
 ჩაბარება.

ბ - მ ძ ი მ ე ა რ მ ა ტ უ რ ა ; 1-2' ბუხტების საწყობში შენახვა ;  
 2'-3'-გაღწეული ფეროების გასწორება ; 4'-5'-ფეროების შეპირაპირება ; 6'-7'-ფეროების  
 დაჭრა ; 7'-8'-ფეროების გადაღწევა ; 9'-10' ბრტყელი კარკასების წერტილოვანი  
 ელექტრომოდულები ; 10'-11'-კარკასების გამსხვილებული აწყობა ; 12-13-პროდუქ-  
 ციის საწყობში ჩაბარება.

ტროშედულებით. იგი გამოიყენება ბადეების და კარკასების დაშადებისას, არმატურის ღეროების ურთიერთშეპირაპირების დროს, არმატურის კარკასთან ჩასაყოლებელი დეტალების დამაგრებისას და ა.შ. ელექტროშედულება უზრუნველყოფს საარმატურო სამუშაოთა ღირებულების და შრომატევადობის შემცირებას, ამალღებს ხარისხს.

შენებლობაში გავრცელებულია და ფართოდ გამოიყენება შემდეგი სახის ელექტროშედულებები: კონტაქტურ-წერტილოვანი, კონტაქტურ-საპირაპირე და ელექტრორკალური. შედარებით ნაკლებადაა გავრცელებული ელექტროწიფური და აბაზანური შედულება.

კონტაქტური შედულების ან შედულება-წინააღმდეგობის პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ ლითონის ღეროში ელექტროდენის გავლისას გამოიყოფა სიბო, რომელიც ადნობს ლითონს ღეროების შეერთების კონტაქტის ადგილებში.

არმატურის ცენტრალიზებულად წარმოების დროს ბადეების და კარკასების დაშადებისას, ღეროების შეერთების ძირითადი მეთოდი კონტაქტური ელექტროშედულება: კონტაქტურ-წერტილოვანი (ცხრ. 3.8, I) და კონტაქტურ-საპირაპირე (ცხრ. 3.8, II).

კონტაქტურ-წერტილოვან შედულებას იყენებენ ბადეების დასაშადებლად. ასეთი შედულების დროს ხმარობენ ადიდაში გატარებულ B - I და BP - I კლასის მავთულს, დიამეტრით 5 მმ-მდე, ასევე A - I და A - III კლასის ლითონის ღეროებს, დიამეტრით 40 მმ, A - II კლასის ღეროებს, დიამეტრით 50 მმ-მდე და A - IIIC, A - IV ღეროებს, დიამეტრით 18 მმ-მდე.

კონტაქტურ-შეპირაპირებულ შედულების საშუალებით ღეროებს აგრძელებენ ეს ხდება მათი ერთმანეთთან შეერთებით ან არმატურის ნაჭრების წაზრდით.

ასევე გავრცელებულია ელექტროშედულება ლითონის დნობით. ასეთი შედულების ერთ-ერთი სახეა რკალური შედულება ნაკერი. ამ შემთხვევაში ღეროებს ერთმანეთთან აერთებენ პირგადადებით (ღეროების დიამეტრი 8-40 მმ-ია) ან ზესადებების (8-80 მმ) საშუალებებით.

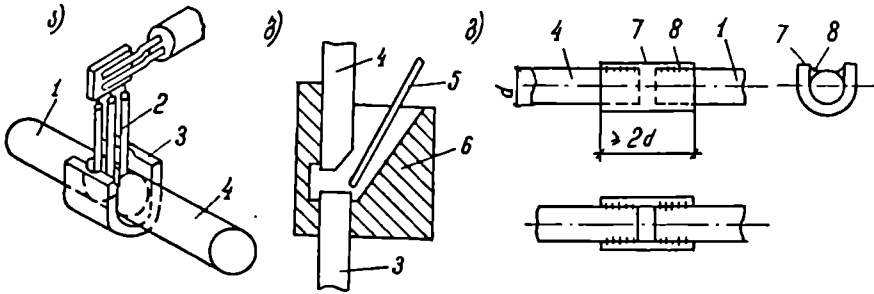
20 მმ და მეტი დიამეტრის ღეროების შესაერთებლად გამოიყენება ე.წ. აბაზანური შედულება (ცხრ. 3.8). პროცესი მიმდინარეობს შემდეგნაირად: შესადულებელი ღეროების ბოლოებს (გარკვეული ღრეოთი მათ ტორსებს შორის) აწყობენ ლითონის ფორმაში ან ქვესადებში. შესადულებელი ღეროს ტორსებს შორის ერთი ან რამდენიმე ელექტროდი ანთებენ რკალს. წარმოქმნილი ვოლტის რკალი ადნობს მეტალს, წარმოიშობა თხევადი აბაზანა. აბაზანაში გამდნარი მეტალის გამოჩენის შემდეგ მასში დებენ ელექტროდებს. დენი განაგრ-

---

• ადიდაში გატარება ( **Электроды** ) - მავთულოვანი არმატურის გასწორების და დიამეტრის შემცირების წესი.

• პირგადადება ( **Сварка** ) - არმატურის პირაპირების მოწყობა შედულების გარეშე ღეროების ერთმანეთზე გადადებით.

ძობს სელას. ამასთან ელექტროდები დნება რკალის წარმოქმნის გარეშე. ეს მეოთხედი შედეგების სხვა წესებიდან იმით განსხვავდება, რომ შესადულებელი არმატურის ტორსების მეტალის დადნობა ხდება დამდნარი ლითონის აბაზანის სიბოში.



ნახ. 3.8. სააბაზანო შედეგების სქემები.

ა - მთლიან ქვესადებზე ჰორიზონტალური ღეროების მრავალექტროდული შედეგება; ბ - გამხსნელ ფორმაში ღეროების ერთექტროდული შედეგება; გ-ღეროების შეპირაპირება სააბაზანური შედეგებით.

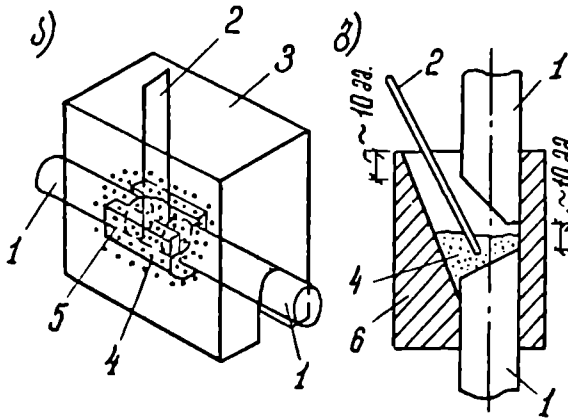
1 და 4-შესადულებელი ღეროები; 2-ელექტროდების სავარცხელი; 3-ქვესადები; 5-ერთეული ელექტროდები; 6-გასახსნელი ფორმა; 7-ლითონის ზესადები; 8-ფლანგური ნაკერი.

ელექტროწილური შედეგება (ნახ. 3.9) ფლუსის (მდნობი) ქვეშ<sup>6</sup> აბაზანური შედეგების გაუმჯობესებული ვარიანტია. შედეგების პროცესი შემდეგნაირად მიმდინარეობს: შესადულებელ ღეროებს შორის სადნობ სივრცეში იყრება ფლუსი და შემდეგ მასში შეჰყავთ  $U_{\text{F}}$  მარკის ლითონის ფირფიტისებრი ელექტროდი. ეოლტის რკალის ანთების შემდეგ, აბაზანაში წილის წარმოქმნისას, რკალი ქრება და დენის გასვლა გრძელდება გამდნარი ფლუსის წიდაში. ამ დროს გამოყოფილი სითბო განაგრძობს ლითონისა და ფლუსის დნობას. მიეღო

• ფლუსის ქვეშ შედეგება (ОБЖИЖ ПОД ЭЛЕКТРОДОМ) - საარმატურო ლითონის შედეგების სახე, როცა შესადულებელ ელემენტებს (არმატურის ღეროებს) შორის სივარელები ამოივსება გამდნარი ელექტროლით.

ეს პროცესი მიმდინარეობს ღია ეოლტის რკალის გაჩენის გარეშე. ვერტიკალურად განლაგებული ღეროების შევირაპირებისას იყენებენ გასახსნელ ფორმებს (ნახ. 3.9).

სხვადასხვა სახის შედუღებათა ტექნიკური მახასიათებლები და მათი გამოყენების სფერო მოცემულია 3.8 და 3.9 ცხრილებში.



ნახ. 3.9. ელექტროწიფური შედუღების სქემები

ა-პორიზონტალური შედუღების სქემა ფირფიტოვანი ელექტროდებით;

ბ-ვერტიკალური ღეროების შედუღება ერთეული ელექტროდით.

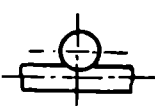
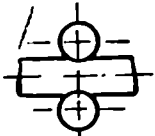
1 - შესადღებელი ღერო; 2 - ელექტროდი; 3 - ფლუსის და მჭვრი ყუთი; 4 - ფლუსი; 5 - არაგასართი ფორმა; 6 - გასახსნელი ფორმა.

ყველა სახის არმატურის ნაკეთობა დანიშნულ ადგილზე უნდა მიეწოდოს მძლვინად დაკომპლექტებული. ასევე, მათი დასაწყობი ადგილი უნდა ითვალისწინებდეს მონტაჟის თანამიმდევრობას.

როგორც წესი, არმატურა მონტაჟდება მექანიზმებისა და მოწყობილობათა დახმარებით, რომლებიც ასევე გამოიყენებიან სხვა სახის სამუშაოებისათვისაც (მაგალითად, საყალიბო, ბეტონის და სხვა სამუშაოებისათვის). არმატურის ხელით ჩაწყობისას ელემენტის მასა არ უნდა აღემატებოდეს 20 კგ-ს.

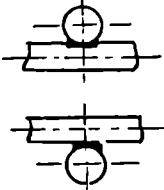
ობიექტზე საარმატურო სამუშაოები შედგება შემდეგი პროცესებისაგან: დალაგების ადგილთან არმატურის ბადეების და კარკასების გამსხვილებული აწყობა, შუა კარკასის და ბადეების მონტაჟი, არმატურის კარკასისა და ბადეების შეკვრა. ყველა ეს სამუშაო სრულდება სათანადო ტექნოლოგიური რუკების მიხედვით.

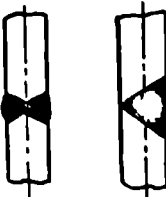
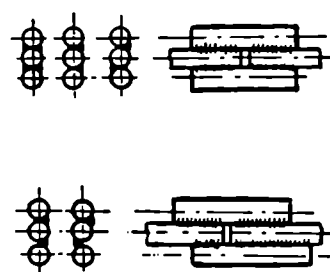

შენიშნულების პირობებში არმატურის შეღებვით  
შეერთებების ძირითადი ტიპები

შეერთების ტიპი, შეღებვის წესი, კონსტრუქციული სქემა	ღეროს მდ- გომარეობა შეღებვის ღეროს	ღეროს დია- მეტრი, მმ	სარმატურ ლიონის ქლასი და ზანაზა	დამატებითი მიმოიხილება	დასაშვები დატვირთვა
1	2	3	4	5	6
<p><b>I ჯვრისებრი შეღებვა</b></p> <p>1. კონტაქტურ- წერტილოვანი ორი ღეროსათ- ვის</p>  <p>2. იგივე საში ღეროსათვის</p>  <p>3. ხელის რკალუ- რი წერტილო- ვანი შეკვრით</p>	<p>ჰორიზონტა- ლური</p> <p>იგივე</p> <p>ჰორიზონტა- ლური და ვე- რტიკალური</p>	<p>6-40 10-50 6-40 10-22 10-28 3-5 3-5</p> <p>6-40 10-50 6-40 10-22 10-28</p> <p>10-40 10-28 10-32 10-28</p>	<p>A - I A - II A - III AT - III C AT - IV C B - I Bp - I</p> <p>A - I A - II A - III AT - III C AT - IV C</p> <p>A - I A - II A - III</p>	<p>მცირე დი- ამეტრის შეფარდება დიდიან შე- ადგენს 0,25-1,00</p> <p>საშუალო ღეროს დია- მეტრის შე- ფარდება ერთ-ერთ განაპირა დიდი დია- მეტრის ღე- როსთან უნ- და იყოს არანაკლებ- ბი 0,5-სა</p> <p>უარყოფითი ტემპერატურ- რის პირო- ბებში და-</p>	<p>სტატიკური დატვირთვა სეისმური ტიპის, დინა- მიკური და მრავალჯგის განმეორება- დი დატვირთ- ვები</p> <p>იგივე</p> <p>სტატიკური დატვირთვა</p>

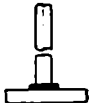

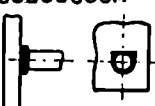




ცხრილი 3.8, გაგრძელება

I	2	3	4	5	6
		IO-22 IO-28	AT-III C AT-IV C	საშვებია შედუღები- თი შეერ- თებები მხოლოდ A -I და AC-II კლასის არმა- ტურისათ- ვის	
4. ხელის რკალური ნაკერების იძულებით ფორმირებით	ვერტიკალური	14-40	A - I A -II A -III	შედუღები- თი ნაკე- რების მდ- გომარეობა ვერტიკალური, შედუღება სრულდება ინვენტარულ ფორმებში	სტატიკური და სეისმური ტიპის დინამიკური დატვირთვა
II საპირაპირო შედუღება					
5. ერთელებქროდული სანაბანო	პორიზონტალური	20	A - I A -II A -III A -III C AT -IV C A -V A -VI	მცირე დიამეტრის ლეროს შეფარდება დიდიან შეადგენს 0,5-1,0. შედუღება სრულდება ინვენტარულ ფორმებში	სტატიკური, სეისმური ტიპის დინამიკური დატვირთვა, მრავალჯერ განმეორებადი დატვირთვა

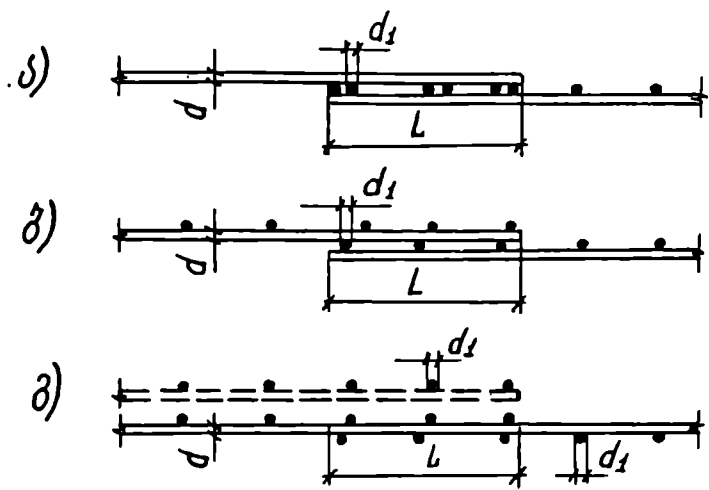
I	2	3	4	5	6
<p>6. ხელის რკალური, მრავალღეროვანი ნაკერი</p> 	<p>ვერტიკალური</p>	<p>20-40 20-80 20-40 20-22 20-28</p>	<p>A - I A - II A - III A - III C A - IV C</p>	<p>მცირე დიამეტრის ღეროს შფარდება დიდიან შეაღვენს 0,5-I,0</p>	<p>სტატიკური, სეისმური ტიპის დინამიკური დატვირთვები, მრავალჯერ განმეორებად დატვირთვები</p>
<p>7. ხელის რკალური გრძივი ნაკერი წყვილი მრავალჯერსაღებებში</p> 	<p>ჰორიზონტალური და ვერტიკალური</p>	<p>10-40 10-80 10-40 10-22 10-22 10-28 10-22</p>	<p>A - I A - II A - III A - III C A - IV A - IV C A - V</p>	<p>A - IV და A - V კლასების არმატურის შეერთება უნდა შესრულდეს შედარებით დასაშვებში შეერთებები ორმხრივი ნაკერებით A - I, A - II A - III კლასების არმატურისათვის</p>	<p>სტატიკური და სეისმური ტიპის დინამიკური დატვირთვები</p>
<p>III. პირდაპირი შედუღება</p>					
<p>8. ხელის რკალური განფენილი ნაკერი</p> 	<p>ჰორიზონტალური და ვერტიკალური</p>	<p>10-40 10-25 10-25 10-22</p>	<p>A - I A - II A - III A - III</p>		

შენებლობის პირობებში ღეროვანი არმატურის სორტული ნაგლის ბრტყელ ელემენტებთან შედუღებით შეერთებების ძირითადი ტიპები

შეერთების ტიპი, შედუღების წესი და კონსტრუქციის სქემა	ღეროს მდგომარეობა შედუღების დროს	სორტული ნაგლის ბრტყელი ელემენტის სისქის მინიმალური შეფარდება ღეროს დამეტრთან	ღეროს დამეტრი, მმ	არმატურის კლასი	დამატებითი მითითებები
<p>1. ხელის ფლსის ქვეშ</p> 	ვერტიკალური	0,75	8-16 10-16 8-16	A -I A -II A -III	
<p>2. ხელის ლიდვაკური ნაკერით</p> 	"	0,50 0,65 0,75 0,75	8-40 10-40 8-40 10-18	A -I A -II A -III AT -IIIC	რეკომენდებულია "დახურული მაგიდის" ტიპის ჩასახვლებელი დეტალების დასაშვადებლად
<p>3. ეროვლექტროდული სააბზანო</p> 	ჰორიზონტალური	0,50	16-40	A -I A -II A -III	შედუღება სრულდება ინვენტარულ ფორმებში
<p>4. ხელის რკალური მრავალფენიანი ნაკერებით</p> 	"	0,50	32-40	A -III	იგივე
<p>5. ხელის რკალური ფლანგური ნაკერებით</p> 	ჰორიზონტალური და ვერტიკალური	0,30	10-40 10-22 10-28 10-28	A -I A -II A -III AT -IV AT -IV C A -V	0,3-ტოლი შეფარდების სორტული ნაგლის დროს ბრტყელი ელემენტის სისქე უნდა იყოს არა უმცირესი 4 მმ-ისა

არმატურის ელემენტებს კონსტრუქციაში აერთიანებენ შედუღებით, პირგადადებით ან შეკვრით. შედუღების შემთხვევაში გამოიყენება ელექტროწიფური ან აბაზანური შედუღება სპილენძის ან ლითონის ფორმებში, ასევე დასაშვებია ელექტრორკალური შედუღება პირგადადებით ან ზესადებების მოწყობით.

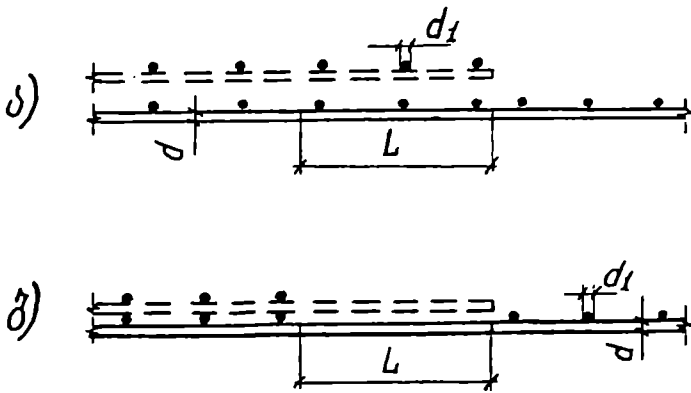
შედუღებული ბადეების პირაპირები მუშა ღეროების მიმართულბით უნდა შესრულდეს 3.10 და 3.11 ნახაზების მიხედვით. ბადეების და ბრტყელი კარკასების პირგადაშვების სიგრძე დამოკიდებულია არმატურის სახეზე, მის დიამეტრზე, ბეტონის მარკასა და პირაპირის განლაგების ადგილზე (ცხრ. 3.10).



ნახ. 3.10 შედუღებული ბადეების პირაპირების მოწყობა პირგადაშვებით (შედუღების გარეშე) მუშა არმატურის მიმართულბით, რომელიც დამზადებულია გლუვი ზედაპირის მქონე ღეროებისაგან.

- ა - როცა განივი ღეროები განლაგებულია ერთ სიბრტყეში;
- ბ და გ - როცა განივი ღეროები განლაგებულია სხვადასხვა სიბრტყეში.

შედუღებული ბადეების პირაპირები მუშა არმატურის მიმართულბით, რომლებიც დამზადებულია A - I კლასის ცხლადგლინული ლითონისაგან, უნდა შესრულდეს ისე, რომ გაჭიმულ ზონაში მოთავსებული ყოველი ბადის პირაპირში პირგადაშვების სიგრძეზე განლაგებული იყოს სულ ცოტა ორი განივი ღერო მაინც. ეს ღეროები შედუღებული უნდა იყოს ბადის ყველა გრძივ ღეროსთან (ნახ. 3.10). პირაპირების ასეთივე ტიპები გამოიყენება აგრეთვე შედუღებული კარკასების პირგადაშვებით შეპირაპირების დროს, როცა მუშა ღე-



ნახ. 3.II. შედუღებული ბადეების პირაპირები პირგადადებით (შედუღების გარეშე) მუშა არმატურის მიმართულებით, რომლებიც დამზადებულია პერიოდული პროფილის არმატურისაგან.

- ა - განივი ღეროების გარეშე ერთ-ერთ შეპირაპირებულ ბადეში;
- ბ - იგივე, ორივე შეპირაპირებულ ბადეში.

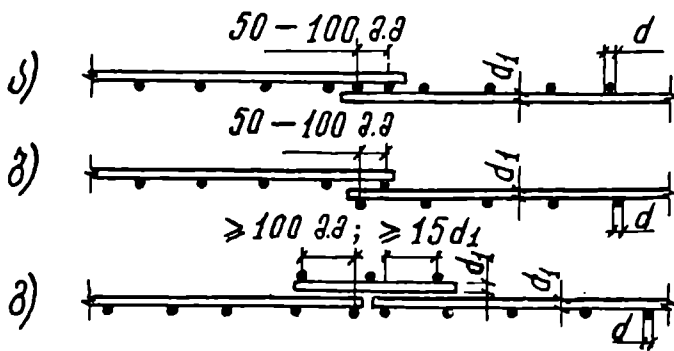
როები ცალი მხრიდანაა განლაგებული.

A - II და A - III კლასების არმატურისაგან შედუღებული ბადეების დაგება არამუშა მიმართულებით დასაშვებია ერთმანეთთან პირდგმულად (პირგადაშვების და დამატებით ბადეების გარეშე) შემდეგ შემთხვევებში: როცა ზოლისებრ შედუღებულ ბადეებს აგებენ ორი ერთმანეთის პერპენდიკულარული მიმართულებით; როცა პირაპირების ადგილებში არსებობს დამატებითი კონსტრუქციული დაარმატურება, განლაგებული მანაწილებელი არმატურის მიმართულებით.

შედუღების ბადეების პირაპირებს არამუშა მიმართულებით ასრულებენ პირგადადებით. გადადების სიდიდე უნდა იყოს: როცა მანაწილებელი (განივი) არმატურის დიამეტრი 4 მმ ან ნაკლებია - 500 მმ (ნახ. 3.I2), როცა 4 მმ-ზე მეტია - 100 მმ (ნახ. 3.I2).

როცა მუშა არმატურის დიამეტრი 16 მმ და მეტია, შედუღებული ბადეების

• პირდგმულად არმატურის დაყენება (установка арматуры впритык) - არმატურის დაყენება ღეროების ბოლოების ერთმანეთთან მიღებით.



ნახ. 3.12. შედუღებული ბადეების პირაპირები მანაწილებელი არმატურის მიმართულებით.

- ა - პირაპირი პირგადაშვებით, ერთ სიბრტყეში მუშა ღეროების განლაგების დროს;
- ბ - იგივე, როცა მუშა ღეროები განლაგებულია სხვადასხვა სიბრტყეში;
- გ - პირაპირი პირღმულად, დამატებით საპირაპირე ბადის დადებით.

არამუშა მიმართულებით დაწყობა დასაშვებია პირღმულად. ამ შემთხვევაში პირაპირი უნდა გადაიფაროს სპეციალური, ე.წ. პირაპირული ბადით, რომელიც ეწყობა ორივე მხარეს მანაწილებელი არმატურის  $15d$  და არა უმცირეს  $100$  მმ პირგადაშვებით (ნახ. 3.12, გ).

შედუღების გარეშე პირაპირის მოწყობის შემთხვევაში შენადული და შეკრული ბადეების და კარკასების გაჭიმული ღეროების პირგადადებით შეერთებები, როგორც წესი, განლაგებული უნდა იყოს ხტულად. ამასთან მუშა ღეროების კვეთის ფართობი, რომლებიც შეპირაპირდებიან ერთ სიბრტყეში ან მოთავსდებიან გადაშვების სიგრძის ფარგლებში, გაჭიმული უნდა იყოს არმატურის კვეთის საერთო ფართობის  $50\%$  ნაკლები პერიოდული პროფილის ღეროებისათვის და არა უმეტესი  $25\%$ -სა გლუვი ზედაპირის მქონე ღეროებისათვის.

შედუღების გარეშე შენადული ბადეების და კარკასების შეპირაპირება ხტულის გარეშე დასაშვებია მხოლოდ კონსტრუქციული დაარმატურების შემთხვევაში, როცა არმატურა გაანგარიშებით არაა საჭირო და, აგრეთვე, იმ უბნებზე, სადაც არმატურა გამოიყენება  $50\%$ -მდე.

ხტულად არმატურის პირაპირების განაწილება (распределение стыков арматуры вразбежку) - არმატურის პირაპირების მოწყობა სხვადასხვა კვეთში.

32 მმ-მდე ლეროებისაგან შემდგარი შედუღებული ბადეებისა და კარკასების პირგადაშვების სიგრძე მათი შედუღების გარეშე შეპირაპირების დროს

პირაპირის განლაგება	გადაშვების უმცირესი სიგრძე (შესაერთებელი ლეროების ნომინალური დიამეტრის რაოდენობა)			
	ბ ე ტ ო ნ ის მ ა რ კ ა			
	150.		200 და მეტი	
	არმატურის კლასი			
	A - I და A - II	A - III A - II B	A - I A - II	A - III და A - II B
მლუნავი ელემენტის გაჭიმულ ზონაში, გარეცენტრულ შეკუმშულ ელემენტებში	35	45	30	40
ცენტრალურ გაჭიმულ ან გარეცენტრულ-გაჭიმულ ელემენტებში (ფილები, კიდელები)	40	50	35	40

ცალკეული მუშა ლეროების შემთხვევაში, თუ მათი გადაბმა შედუღებით შეუძლებელია, შეერთება ხდება პირგადადებით - პირაპირის სამ ადგილზე შეკვრით. გაჭიმულ ზონაში განლაგებულ გლუვი პროფილის ლეროების შეპირაპირებისას მათ ბოლოებში მოწყობილი უნდა ჰქონდეთ კაკვი.

მუშა არმატურის შეპირაპირება პირგადაშვებით არაა რეკომენდებული მლუნავი და გარეცენტრული გაჭიმული ელემენტებისათვის იმ ადგილებში, სადაც არმატურა მდლიანადაა გამოყენებული. ასევე, ასეთი სახის პირაპირები არაა დასაშვები ხაზობრივი ელემენტებისთვისაც, რომელთა კვეთი მდლიანად გაჭიმულია (მაგალითად, თაღის შემკვრელი) და ყველა შემთხვევაში, როცა გამოყენებულია IV და უფრო მაღალი კლასის ლეროვანი არმატურა.

არმატურის ლეროებს შორის მანძილი (კვეთის როგორც ვერტიკალური, ისე ჰორიზონტალური მიმართულებით) უნდა უზრუნველყოფდეს არმატურის ერთობლივ მუშაობას და ითვალისწინებდეს ბეტონის ნარევის ჩასხმისა და შემჭიდროების ოპერაციების მოხერხებულ შესრულებას. მანძილი გრძივი არმატურის ლეროებს შორის უნდა იყოს არანაკლები არმატურის ლეროს უდიდესი დიამეტრის სიდიდე -

სა. გარდა ამისა, საჭიროა შემდეგი პირობების დაცვა:

ა) თუ ღეროები დაბეტონების დროს ჰორიზონტალურ ან დახრილ მდგომარეობაშია, მანძილი მათ შორის უნდა აღემატებოდეს ქვედა არმატურაში 25 მმ-ს, ხოლო ზედაში - 30 მმ-ს. თუ ქვედა არმატურა ორზე მეტ რიგადაა ჩაწყობილი, მაშინ მანძილი ღეროებს შორის ჰორიზონტალური მიმართულებით უკანასკნელ ორ ქვედა რიგში უნდა იყოს 50 მმ-ზე მეტი.

ბ) თუ ღეროები დაბეტონების დროს ვერტიკალურ მდგომარეობაშია, მანძილი მათ შორის არ უნდა იყოს 50 მმ-ზე ნაკლები.

შეზღუდულ პირობებში დასაშვებია არმატურის ღეროების შეწყვილებული განლაგება (მათ შორის ღრეჩოს გარეშეც).

### 3.3. წინასწარ დაძაბული არმატურა მონოლითური შენიშნულობის პირობებში

შენიშნისა და ნაგებობათა მონოლითურ შენეშლობაში წინასწარ დაძაბული არმატურა გამოიყენება დიდძალიანი წამწების, კოჭების, გადახურვის ფლების, მალის ნაშენის, გარსების კონსტრუქციების ელემენტების, რეზერვუარების და სხვადასხვა აგების დროს.

წინასწარ დაძაბული რკინაბეტონის კონსტრუქციები მათი ტიპის მიხედვით დაარმატურდება პერიოდული პროფილის ლითონის ღეროებით, მაღალი სიმტკიცის არმატურის კონიბ ან სპირალურად დახეიული ბაგირებით.

ღეროვანი არმატურის ბოლოები მიმარჯვებული უნდა იყოს დასაჭიმ მოწყობილობებთან საიმედო პირმოღებისათვის.

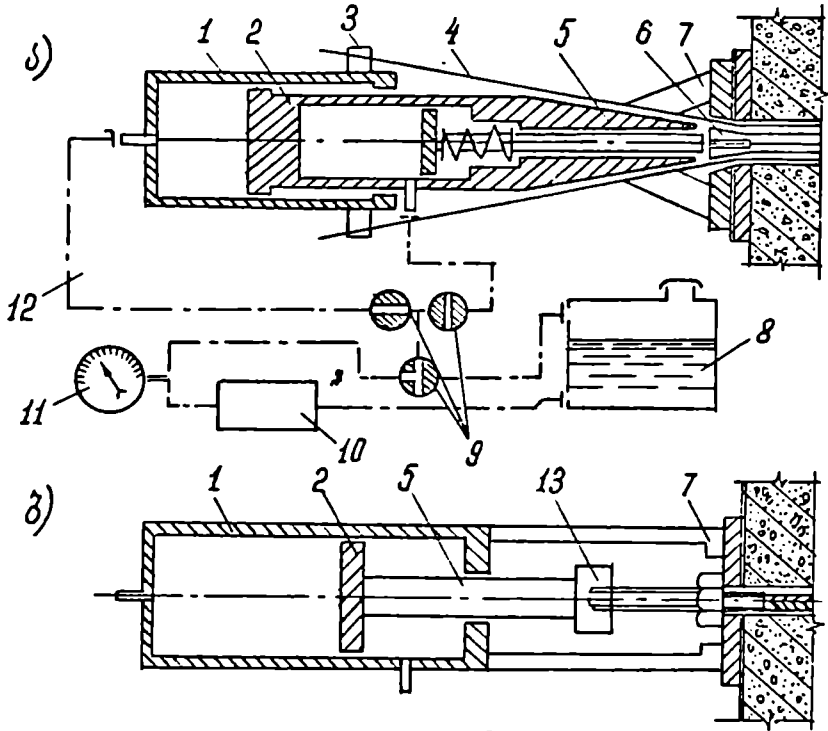
არსებობს არმატურის დაჭიმვის ორი წესი: საბჯენებზე და ბეტონზე. პირველი წესი გამოიყენება ასაწყობი რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაშვების დროს, ხოლო მეორე უმთავრესად მონოლითური კონსტრუქციებისა და ბეტონის უშუალოდ სამშენებლო მოედანზე დაშვებისას.

საბჯენებზე არმატურის დაჭიმვისას, კონსტრუქციის დაბეტონებამდე ფორმაზე ან სპეციალურ საბჯენებზე მოცემულ სიღრმემდე ძაბავენ არმატურას და ჩამჭერების საშუალებით აფიქსირებენ მის მდგომარეობას. დაბეტონების შემდეგ, როცა ბეტონი მიაღწევს საპროექტო სიმტკიცეს, არმატურას ათავისუფლებენ ჩამჭერებისაგან, რომლებისგანაც კუმშვის ძალვა გადაეცემა უშუალოდ ბეტონს.

ბეტონზე არმატურის დაჭიმვის დროს, დაბეტონებისათვის მომზადებულ ყალიბში, აყენებენ არხშემქმნელებს, რომელთა დიამეტრი 10-15 მმ-ით მეტი უნდა იყოს ღეროს ან არმატურის კონის დიამეტრზე. ამ მიზნით იყენებენ ლითონისა და რეზინის მილებს, ღეროებს, და ა.შ. არხშემქმნელებს იღებენ დაბეტონებიდან 2-3 საათის შემდეგ. ამიტომ, ბეტონთან შევიდულობის თავი-



დან ასაცილებლად, მათ ყოველ 15-20 წუთში ატრიალებენ ლერძის გარშემო. დიდი ზომის კონსტრუქციების დაბეტონებისას არხებს აკეთებენ გოფირებულ ოხელკედლიანი ლიონის მიღებით, რომლებიც კონსტრუქციებში რჩებიან. მას შემდეგ, რაც ბეტონი მიიღებს საპროექტო სიმტკიცეს, არხებში აყენებენ არმატურას და ჭიმავენ. არმატურის დასაჭივად გამოიყენება ერთ ან ორმაგი მოქმედების ჰიდრავლიკური დომკრატები (ნახ. 3.13). მუშა წნევა ასეთ დომკრატებში აღწევს 20-25 MPa-ს (ცხრ. 3.11).



ნახ. 3.13. ჰიდრავლიკური დომკრატის პრინციპული სქემა.

- ა - ორმაგი მოქმედების; ბ - ერთმაგი მოქმედების.  
 1 - ცილინდრი; 2 - დგუში; 3 - გარსაკრი; 4 - დასაჭიმი მავთული; 5 - ჭოკი; 6 - ლიონის საცობი; 7 - დომკრატის საბჯენები; 8 - რეზერვუარი; 9 - ონკანების სისტემა; 10 - ტუმბო; 11 - მანომეტრი; 12 - ზესაღები; 13 - ჩამაჭერი ქანჩი.

ორმაგი მოქმედების ჰიდრავლიკურ დომკრატს ორი ცილინდრი აქვს: ერთი მოძრავი-არმატურის დასაჭივად და მეორე, უმოძრავი-არმატურის დაბეტონე-

ბულ კონსტრუქციაზე დასამაგრებლად.

არმატურას ჭიმავენ შემდეგი თანამიმდევრობით: არმატურის კონაზე აც-მევენ ლითონის საყელურს, რომელზეც ფრთებით ებჯინება დომკრატი. კონის მავთულებს სოლიბით ამაგრებენ და მჭერ რგოლებში. ამის შემდეგ არმატურის კონას ჭიმავენ და გაჭიმვის სიდიდეს აკონტროლებენ მანომეტრითა და კონის წაგრძელების სიდიდის გაზომვით.

როცა წნევა დომკრატში მიაღწევს 5 %-ზე მეტს, ციღერ საანგარიშოა, მას ამვირებენ საპროექტომდე და ამ სიდიდეს ცილინდრში ინარჩუნებენ მავთულის კონის კონსტრუქციებში ჩამაგრების მომენტამდე. შემდეგ ზეით მიეწოდება უძრავ ცილინდრს, დგუშის ჭოკის საშუალებით კონტურის საცობი საყელურში ჩაიწნეხება და დაანკერებს მავთულიან კონას. კონის მავთულების დამჭერი რგოლიდან განთავისუფლებისა და დომკრატში წნევის აწევის შემდეგ მოძრავი და უძრავი ცილინდრების დგუშები ზამბარის ზემოქმედებით უბრუნდებიან საწყის მდგომარეობას. ამის შემდეგ დომკრატებს ხსნიან. როცა არმატურის ნამზადის სიგრძე 10 მ-ზე მეტია, დაჭიმვა რეკომენდებულია განხორციელდეს კონსტრუქციის ორივე მხრიდან, ერთდროულად, ორი დომკრატით.

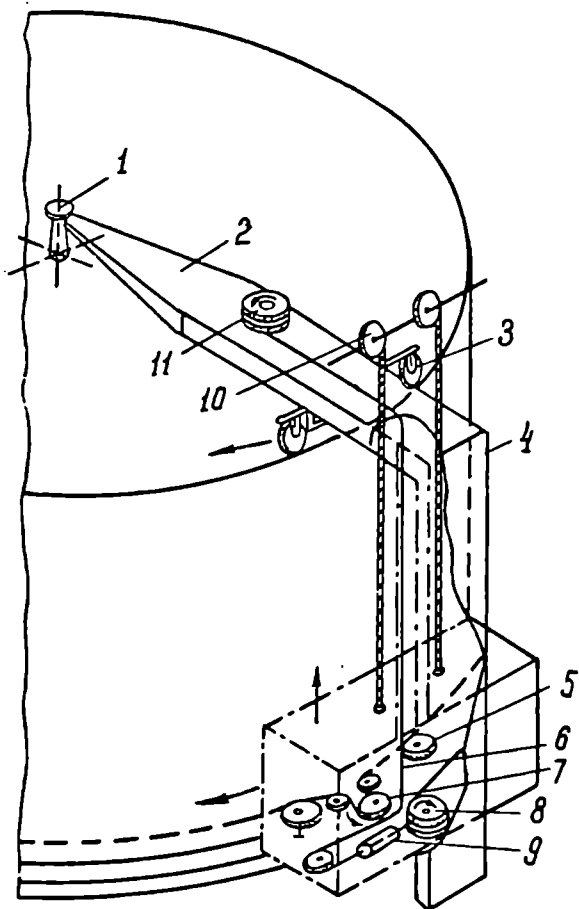
არმატურის კოროზიისაგან დასაცავად და კონსტრუქციის მონოლითრობის უზრუნველსაყოფად არმატურის დაჭიმვის შემდეგ არხებში აწარმოებენ ცემენტის ხსნარის ინექცირებას. ეს ხსნარი უნდა დაზადდეს შეუკლებადი ან გაფართოებადი ცემენტისაგან.

რეზერვუარების მოწყობისას გამოიყენება უწყვეტი დაარმატურების პრინციპი (ნახ. 3.14). სპეციალური დამხვევი მანქანა კონსტრუქციის ცილინდრული ზედაპირის მთელ სიმაღლეზე ერთდროულად ახვევს და სჭიმავს მაღალი სიმტკიცის ლითონის მავთულს. ეს პროცესი ავტომატიზებულია. არმატურის კოროზიისაგან დასაცავად მასზე ტოკრეტირებით დაიტანება ცემენტის ხსნარის ფენა ან მაღალი სიმტკიცის ხსნარის ბაქაში. უწყვეტი მოქმედების მანქანის ტექნიკური მახასიათებლები მოცემულია 3.12 ცხრილში.

ასევე გამოიყენება დაჭიმვის ელექტროთერმული წესიც. პირველი წესით არმატურის ლეროებს აწყობენ ბეტონის კონსტრუქციის არხში.

დენის გატარების შემდეგ არმატურა ხურდება და იღებს სათანადო წაგრძელებას. ლითონის არმატურის ლეროების და მავთულის გახურების ტემპერატურის რეკომენდებული სიდიდეები მოცემულია 3.13 ცხრილში, ხოლო 3.14 ცხრილში მოყვანილია ლითონის ხაზობრივი გაფართოების კოეფიციენტის სიდიდეები სხვადასხვა სახის არმატურისათვის. სპეციალური ქანჩების საშუალებით გახურების პროცესში არმატურის წაგრძელებას აციქსირებენ. გაცივების პერიოდში არმატურა ცდილობს დაიკლებას, მაგრამ, რადგან ამის საშუალებას არ აძლევს დამჭერი ფიქსატორები, მასში ვითარდება დაძაბულობა, რომელიც მკუშმავი ძალების სახით გადაეცემა ბეტონს.

დაარმატურების ელექტროთერმული დაძაბულობა მეორე წესი მდგომარეობს



ნახ. 3.14. რკინაბეტონის რეზერვუარის კედელზე  
უწყობიტი არმატურის მავთულის დაჭიმვა დასა-  
ხვევი მანქანის საშუალებით

- I - წიბიტი; 2-ისარი; 3-ზედა ურიკა; 4-ვერტიკალური ჩარჩო;  
5-ქვედა ურიკა; 6-კაჭარი; 7-ასაძრავი ვარსკვლავა; 8-კონს-  
სური დოლი; 9-სამუხრუჭე შექანისში; 10-ჯალამბარი;  
11-მუხტის დამჭერი.

არმატურის დასაჭიში ჰიდროლომკრატების ტექნიკური  
მახასიათებლები

მარკენებელი	ტ ი ბ ი		
	CMX -82	CMX -84	CMX -86
წვევის ძალა, კნ	630	1000	25
დგუშის სვლა, მმ	320	125	55
გაბარიტული ზომები, მმ	1000X21X243	1200X755X 1320	2145X794X2700
მასა, კგ	80	625	240
ერთეულის საბითუმო ფასი, მან	106	1230	580

უწყვეტი დაარმატურების მოქმედების მანქანის  
ტექნოლოგიური მარკენებლები

მარკენებელი	ტ ი ბ ი			
	ДН -7	6281	ГУКС МПС	СПВ -3
დაჭიმვის მაქსიმალური ძალვა არმატურის ელექტროგახურების გათვალისწინებით, კნ	26	26,5	-	26,45
დახვევის სიჩქარე, მ/წმ				
გრძივი მიმართულებით	0,71	0,504	0,4	0,26-0,35
განივი მიმართულებით	0,06	0,08	-	-
ელექტროძრავის დადგენილი სიმძლავრე, კვტ	50	45	12,8	-
ტრანსფორმატორების სიმძლავრე, კვა	1000	1000	500	1000
გაბარიტული ზომები მმ	8000X6000X 4000	150X5900X2840	-	1000X6000
მასა, ტ	25	-	5	11

საარმატურო ლითონისათვის რეკომენდებული და მაქსიმალურად დასაშვები ტემპერატურა, ელექტროგახურების ხანგრძლივობა

საარმატურო ლითონი		გახურების ტემპერატურა, °C		გახურების რეკომენდებული ხანგრძლივობა, წმ
კლასი	მარკა ან დიამეტრი, მმ	რეკომენდებული	მაქსიმალურად დასაშვები	
A - V	23X2P2T	400	500	0,5-10
A - IV	80 C	400	600	0,5-10
	20X P2H	400	500	0,5-10
	20X PCT	400	500	0,5-10
A <sub>1</sub> T - V	20 P <sub>1</sub> C , 20 P <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	400	450	0,5-10
A <sub>1</sub> T - V	20 P <sub>1</sub> C , 20 P <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	400	450	0,5-10
A <sub>1</sub> T - IV	20 P <sub>1</sub> C , 20 P <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	400	450	0,5-10
A - III B	34 P <sub>1</sub> C , 25 P <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	350	450	0,5-10
Bp - II	∅ 4	-	350	0,1-0,5
	∅ 5	-	400	0,15-0,8
	∅ 6	-	450	0,2-1

შემდეგში: არმატურის ღეროს, რომელსაც წასმული აქვს სპეციალური პასტა, დებენ ყალიბში და აბეტონებენ. მას შემდეგ, რაც ბეტონი მიადწვევს საპროექტო სიმტკიცეს, ლითონის ღეროში უშვებენ სამრეწველო სიხშირის დიდი ამპერაჟის მქონე დენს. დენის მოქმედებით ლითონი ცხელდება 200-300°C -მდე და პასტა პლასტიკური ხდება. პასტის ეს თვისება არმატურას წაგრძელების საშუალებას აძლევს. არმატურის ღეროს ბოლოებში მოთავსებული ჩამჭერების საშუალებით ღეროს აფიქსირებენ წაგრძელებულ მდგომარეობაში და შემდეგ გამორთავენ დენს. ღერო ცივდება და მოკლდება. ღეროზე წასმული პასტაც ცივდება, მყარდება და ალაღვენს შეჭვილულობას ბეტონსა და არმატურის ღეროს შორის. ღეროს გაცივების დროს წარმოშობილი მკუმშავი ძალები გადაეცემა ბეტონს. ასე ხდება ღეროს წინასწარი დაძაბვა.

კონსტრუქციული თვალსაზრისით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს საცხოვრებელი და საზოგადოებრივი დანიშნულების კარკასულ-პანელური შენობა, სადაც

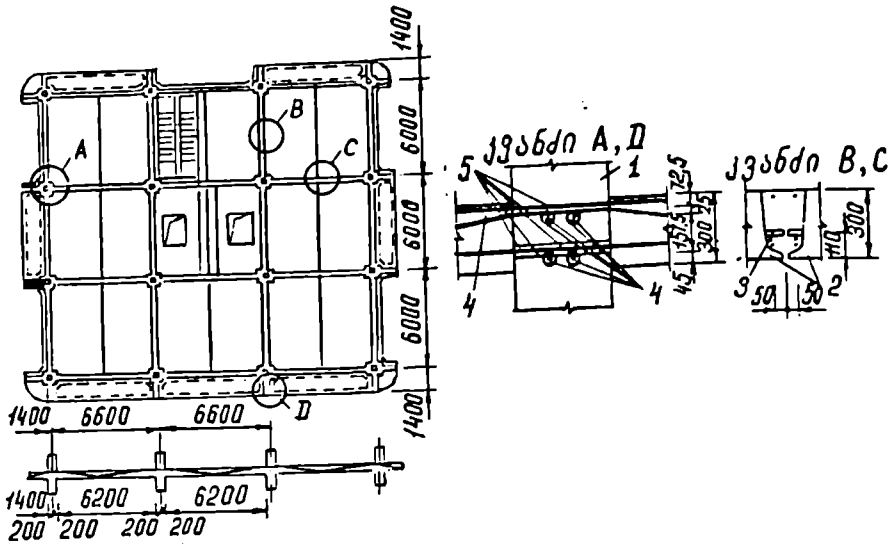
ღეროვანი და მავთულიანი არმატურის ხაზობრივი  
გაფართოების კოეფიციენტი

ტემპერატურული ინტერვალი  °C	ხაზობრივი გაფართოების კოეფიციენტი $\alpha \cdot 10^6, 1/^{\circ}\text{C}$		
	A-IV, A-V და A-III კლასე- ბის ცხლადგლი- ნული	თერმულად გან- მტკიცებული AT-IV, AT-V და AT-VI კლასების	Bp - II კლასის მავთული
20-300	13,2	12,5	13
20-350	13,5	13	13,4
20-400	13,8	13,5	13,8
20-450	14,2	14	14,1
20-500	14,5	-	14,5

არმატურის დაჭიმვა ხორციელდება უშუალოდ მშენებლობის პირობებში ე.წ. იუგლსლავური მეთოდით (ნახ. 3.15).

სართულშორისო გადახურვათა დონეზე რკინაბეტონის კარკასის მრავალსართულიან სვეტებში, ორი ორთოგონალურად განლაგებული მიმართულებით, არსებულ ნახვრეტებში გაუყრიან მაღალი სიმტკიცის K-7 კლასის წნულ არმატურას. გადახურვის ფილებსა და სვეტებს შორის არსებული 4 სმ სიგანის ნაკერებს ავსებენ ბეტონით და მხოლოდ მისი გამყარების შემდეგ ჭიმავენ არმატურას. დაჭიმვის შემდეგ არმატურა ყოველ კონსტრუქციულ უჯრედში და მთლიანად სართლის ფარგლებში აერთიანებს გადახურვის ელემენტებს სვეტებთან. არმატურის დაჭიმვა სპეციალური ჰიდრაულიკური დომკრატების საშუალებით ხდება. დაჭიმული არმატურის ფიქსირებისათვის გამოიყენება ლითონის სატაცები და საბჯენები, რომლებიც განლაგებულია არმატურის ბოლოში.

ცემენტის ღუღაბის დაჭირბნით ავსებენ სვეტებში არსებულ ნახვრეტებს, სიდაც დაჭიმული არმატურაა მოთავსებული და ბეტონით ამონალითებენ პანელებს შორის ნაკერებს. მონოლითური ბეტონის გამყარების შემდეგ შესაძლებელია მოიხსნას დაჭიმვის პროცესში არმატურის ბოლოებში დაყენებული ინვენტარული სატაცები.



ნახ. 3.15. ტიპური სარკლის ელემენტებისა და  
ძაბვადი არმატურის განლაგების სქემა

1-სვეტი; 2-გადახურვის პანელი; 3-პანელიდან ნაშვერი;  
4-ძაბვადი არმატურა; 5-40 მმ დიამეტრის ხვრეტები  
სვეტებში

### 3.4. არმატურის დაცვა კოროზიისაგან

კოროზიის თავიდან ასაცილებლად არმატურა გამოყენებამდე დაცული უნდა იყოს ატმოსფერული ნალექების და დატენიანების სხვა წყაროებისაგან. მაღალი სიმტკიცის არმატურა უნდა ინახებოდეს შშრად და დახურულ საწყობებში, სადაც ფარდობითი ტენიანობა 60 %-ს არ უნდა აღემატებოდეს. ასეთი სახის არმატურა არ უნდა დაიდოს მიწაზე, აგრესიულ ან აგრესიული ნივთიერებებში გაჭურჭყიანებულ საგებებზე, ან აგრესიული ნივთიერებების (მარილი, გაზი, აეროზოლი) გვერდითა მათი შენახვა დასაშვებია გარემოს ფარდობითი ტენიანობის სიდიდის შეუზღუდავად აქროლადი ინჰიბიტორებით გაჟღენთილ ატმოსფეროს პირობებში. ასეთი არე შეიძლება შეიქმნას ჰერმეტიკლად დახურული ხუფის ქვეშ ან სათავსებში, რომლებიც მჭიდროდ იკეტებიან და დაცული არიან ატმოსფერული ნალექებისაგან.

არმატურის კოროზიული დაზიანების დასაშვები ხარისხია ტანგის ნაღების

მომორება ლითონის ზედაპირიდან მშრალი ტილოს მოსმით. თუ ამ პირობას არ აკმაყოფილებს, მაშინ მაღალი სიმტკიცის ლითონი სპეციალურად უნდა შემოწმდეს მყიფე კოროზიული რღვევის თვისებებზე.

არმატურის დაცვა კოროზიისაგან, ანუ მისი ხანგრძლივი შენახვა რკინაბეტონის კონსტრუქციების ექსპლუატაციის პირობებში, დიდადაა დამოკიდებული არმატურის დამზადების ტექნოლოგიაზე. გამონაკლისია ისეთი შემთხვევები, როცა გამოიყენება სპეციალური დამცველი საფარი. უკანასკნელი დიტანება არმატურის ზედაპირზე.

მძიმე და ფროვანი შემცვებით დამზადებული ბეტონის კონსტრუქციებში არმატურის ხანგრძლივი შენახვა შეიძლება იმ შემთხვევაში, თუ მტკიცედ ფიქსირებული იქნება არმატურის დამცველი შრის სიდიდე. გარდა ამისა, კონსტრუქციას არ უნდა ჰქონდეს ზედაპირული დეფექტები დამცველი ფენის ატკეჩის ან გაშიშვლებული არმატურის სახით. დამცველი შრის სისქე მუშა გრძივი არმატურისათვის ღეროს ან ბაგირის დიამეტრზე ნაკლები არ უნდა იყოს, ხოლო ფილებისა და კედლებისათვის, რომელთა სისქე 100 მმ-მდეა, 10 მმ-ზე ნაკლები არ შეიძლება; თუ სისქე 100 მმ-ზე მეტია, იგი 15 მმ-ზე მეტი უნდა იყოს. კოჭებისათვის, თუ მათი სიმაღლე 250 მმ-მდეა - 15 მმ-ზე ნაკლები არ შეიძლება, 250 მმ-ზე მეტის დროს კი იგი 20 მმ-ზე ნაკლები არ შეიძლება იყოს. სვეტებში დამცველი შრის სისქე 20 მმ-ზე მეტი უნდა იყოს, ხოლო ანაკრებ საძირკვლებში - 30 მმ-ზე ნაკლები არ შეიძლება. მონოლითურ საძირკვლებში ბეტონის მომზადების არსებობის შემთხვევაში - 35 მმ-ზე მეტი უნდა იყოს, ხოლო თუ ბეტონის მომზადება არ არის - 70 მმ-ზე ნაკლები, არ შეიძლება.

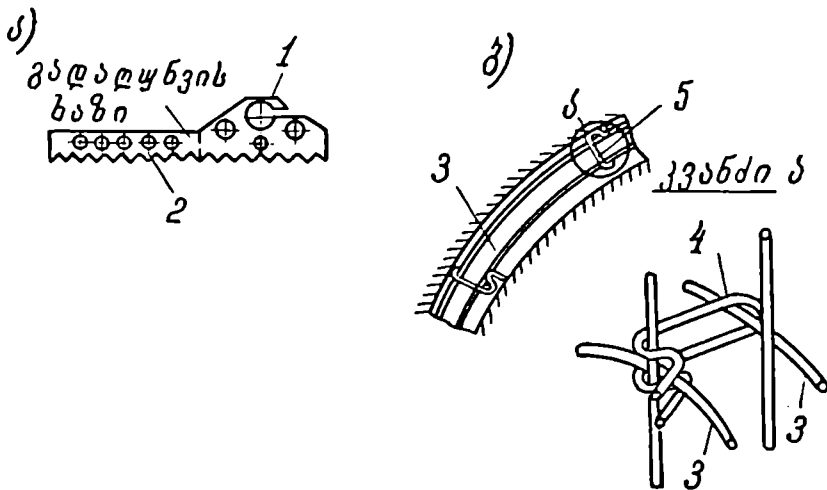
არმატურის სათანადო მდგომარეობის უზრუნველსაყოფად ყალიბში გამოიყენება მრავალი და ერთჯერადი გამოყენების სპეციალური ფიქსატორები. ასეთებია გლუვი ღეროები, რომელთა დიამეტრი დამცველი შრის სისქის ტოლია. ასეთ ღეროებს ატარებენ ფორმის კედლის ნახვრეტში და ყალიბიდან გამოაქვთ ბეტონის ნარევის უკანასკნელი ციბროგამკვრივების წინ.

ერთჯერადი გამოყენების ფიქსატორები ლითონის (ნახ. 3.16), ცემენტის ხსნარის (ნახ. 3.17) და პლასტმასისაა (ნახ. 3.18).

კონსტრუქციებისათვის, რომელთა ექსპლუატაცია განსაზღვრულია აგრესიული გარემოს პირობებში, რეკომენდებულია ისეთი ფიქსატორების გამოყენება, რომლებიც დამზადებულია მკვრივი ცემენტის ხსნარისაგან შემდგენიანი შედგენილობით I : 1,5, ან I : 2. ასევე გამოიყენება პლასტმასის დისკოსებრი ფიქსატორები, რომლებიც წერტილებში ეხება ბეტონის ზედაპირს.

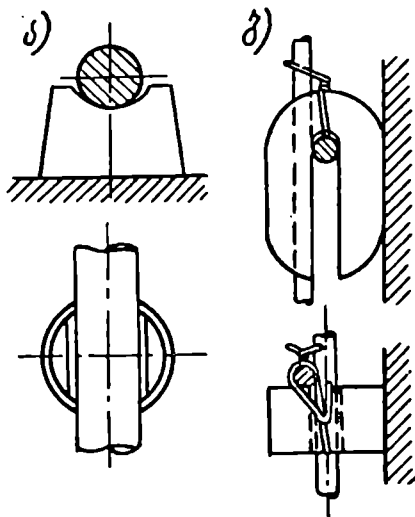
აგრესიულ პირობებში მომუშავე კონსტრუქციებში ლითონის არმატურა დაცული უნდა იყოს როგორც დამცველი შრით, ისე წყალგაუმტარი მკვრივი ბეტონით.





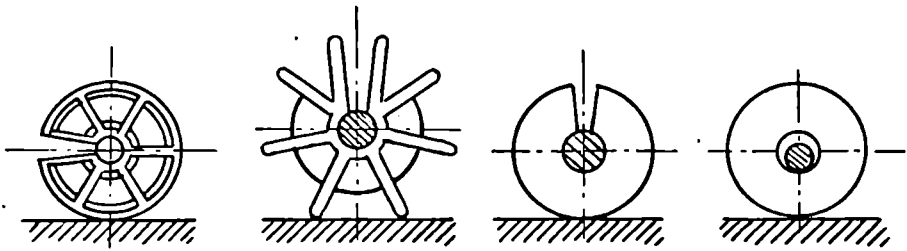
ნახ. 3.16 ლიონის ფიქსატორები.

ა-კბილანებიანი პერფორირებული ფიქსატორი; ბ-მავთლის ფიქსატორი წრიული მოხაზულობის რკინაბეტონის ნაკეობებისათვის; 1- არმატურის ჩადების ადგილი; 2-კბილები ფორმასთან ნორმალური კონტაქტისათვის; 3-ბარე და შიგა წრიული არმატურა; 4-მოლუნული მავთლის კავი.



ნახ.3.17. ხსნარის ფიქსატორი.

ა-წაკვეთილი კონუსის სახით; ბ-გრძივი კავის სახით.



ნახ. 3.18. პლასტმასის დისკოსმაგვარი ფიქსატორების სახეები.

#### 4. ბ ე ტ ო ნ ი ს ს ა მ უ შ ა ო ე ბ ი

როგორც ცნობილია, ბეტონი ხელოვნური საშენებლო მასალაა. იგი წარმოადგენს მჭიდრს, შემესების და დანამატების ნარევის ადუღაბების გამყარებულ სახეს.

ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების ამოყვანისას იყენებენ ემენტზე დაშაადებულ ბეტონის ნარეცს.

##### 4.1. ბეტონის შედგენილობა

**ცემენტი.** ცემენტის სახისა და მარკის არჩევა დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის ძირითადია: კონსტრუქციის მუშაობის პირობები და ბეტონის სიმტკიცის მიმართ წაყენებული მოთხოვნები. სხვადასხვა სახის ცემენტის გამოყენების რეკომენდებული და დასაშვები არე მოყვანილია 4.1 ცხრილში, ხოლო 4.2 ცხრილში მოცემულია ცემენტის სიმტკიცის მახასიათებლები.

ცემენტის მარკა განისაზღვრება ცემენტისა და ქვიშის ნარეცზე (1:3) დაშაადებული 4 X 4 X 16 სმ ზომის ნიმუშის სიმტკიცის ზღვრის სიდიდით კუმშვასა და ლწევაზე. ასეთი ნიმუშები უნდა დაშაადდეს ГОСТ 310.1-76 მიხედვით.

ცემენტის ძირითადი სახეა (ГОСТ 10178-76) პორტლანდცემენტი, პორტლანდ-ცემენტი მინერალური დანამატებით და წიდა პორტლანდცემენტი.

მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის დასაშაადებლად ეყენებულია 400 ან 500 მარკის სწრაფმყარებადი პორტლანდ-ან წიდა პორტლანდცემენტის გამოყენება. ამ ცემენტებზე დაშაადებული ბეტონის სიმტკიცის ზრდა ინტენსიუ-

ცემენტის გამოყენების აკრე

ბეტონისა და რკინა-ბეტონების კონსტრუქციის მუშაობის პირობები	ცემენტის სახე						
	პორტლანდ ცემენტი	პორტლანდცემენტი შინარალონი დანამატებით	წილა პორტლანდცემენტი	სულფატომედივი პორტლანდცემენტი	სულფატომედივი პორტლანდცემენტი შინ. დანამატებით	სულფატომედივი წილა პორტლანდცემენტი	მუქლანური პორტლანდცემენტი
1. შენობის შიგნით ჰაერის ფარდობითი ტენიანობით: 60 %-მდე	+	+	+	V	V	V	+
60 %-ზე მეტი	+	+	+	V	V	V	V
2. ღია ადგილზე (ატმოსფერული პირობების მოქმედების ქვეშ)	+	+	+	V	V	V	-
3. წყლის და ყინვის ცვალებადი მოქმედების ზონაში (გაზრდილი ყინვა-მედეგის ოფისებების ბეტონები)	V	V	-	+	V	-	-
4. სულფიდებით შემცველობის მქონე აგურსივრცე აკრეში	V	V	V	+	+	+	+
5. მიწისქვეშა და წყალქვეშა ნაგებობებში	V	V	+	V	V	V	+

შენიშვნა + გამოყენება რეკომენდებულია; V - დასაშვებია; - არაა დასაშვები.

• დასაშვებია დანამატების შეყვანით ყინვა-მედეგობის უზრუნველყოფის შემთხვევაში.

ცემენტის სიმტკიცის მახასიათებელი

ცემენტის სახე	ცემენტის მარკა	სიმტკიცის ზღვარი, MPa			
		ღუნვაზე		კუმშვაზე	
		ასაკი, დღე-ღამე			
		3	28	3	28
პორტლანდცემენტი და პორტლანდცემენტი მიწერალური დანამატებით	300	-	4,5	-	30
	400	-	5,5	-	40
	500	-	6	-	50
	550	-	6,5	-	60
	600	-	6,5	-	60
სწრაფმყარებადი პორტლანდცემენტი	400	4	5,5	25	40
	500	4,5	6	28	50
წიდა პორტლანდცემენტი, სულფატომედეგი ცემენტები, ფრადი და თეთრი პორტლანდცემენტი.	300	-	4,5	-	30
	400	-	5,5	-	40
	500	-	6	-	50
სწრაფმყარებადი წიდა პორტლანდცემენტი	400	3,5	5,5	20	40
ძაბვადი ცემენტი-20	400	-	-	10 <sup>*</sup>	40
	500	-	-	20 <sup>*</sup>	50

რად მიმდინარეობს, რაც კონსტრუქციების განქარგილების ვადების საგრძნობლად შემცირების საშუალებას იძლევა.

400 და 500 მარკის ცემენტის გამოყენება იმავე მარკის ბეტონებისათვის რა მარკაც ცემენტს აქვს ან უფრო მაღალი მარკის დაბეტონებისათვის დასაშვებია სათანადო ტექნოლოგიური ღონისძიებების ჩატარების შემთხვევაში (ხისტი ნარევების გამოყენება, ინტენსიური ვიბრაცია, სპეციალური დანამატების, მაგალითად, სუპერპლასტიფიკატორების შეყვანა და სხვ.).

\* I დღე-ღამის შემდეგ.

შემგნები. მძიმე ბეტონებისათვის მსხვილი შემგნების სახით გამოიყენება შვედური ქანების ხრეში (ГОСТ 8268-82) ან ლორდი (ГОСТ 8267-82). 20-40 და 70 მმ-მდე ყველა ფრაქციის შემგნები ცალკე უნდა იქნეს დაწყობილი. დასაშვებია ორი მოსაზღვრე ფრაქციის შემგნების ნარევის ერთად ლობობა. ცალკეული თიხის ნაწილაკები არ დაიშვება 0,25 %-ზე მეტი რაოდენობით.

ბეტონებისათვის განკუთვნილ შემგნებში შეზღუდულია გამაჭუჭყიანებელი მინარეგების დასაშვები რაოდენობა (ცხრ. 4.3).

ც ხ რ ი ლ ი 4.3

გამაჭუჭყიანებელი მინარეგების დასაშვები რაოდენობა  
%-ობით განსაზღვრული განლექვით

მსხვილი შემგნები	საშუალო და დაბალი სიმტკიცის ბეტონებისათვის	მაღალი სიმტკიცის ბეტონებისათვის
ლორდი ამოფრქვეული და მეტამორფული ქანებიდან	2	1
ლორდი ნალექი ქანებიდან	3	2
ლორდი ხრეშიდან	1	1

ბეტონებისათვის წვრილი შემგნების სახით გამოიყენება ქვიშა, რომელიც უნდა აკმაყოფილებდეს ГОСТ 8736-77. მისი გამოყენება შეიძლება ბუნებრივ დაფრაქციებულ ან გამდიდრებულ მდგომარეობაში, ასევე დასაშვებია ქანების მსხვრევით მიღებული ქვიშის გამოყენებაც.

ქვიშა ხასიათდება შემდეგი მაჩვენებლებით: მარცვლოვანი შედგენილობა და სიმსხვილის მოდული; მტვრისებრი, თიხისებრი და ლამოვანი ნაწილაკების შემცველობა; ორგანული ნაერთების შემცველობა და სხვ.

წვრილი შემგნების მარცვლოვანი შედგენილობა ბეტონში უნდა იყოს 4.4 ცხრილში მოყვანილი სიდიდეების ზღვრებში.

დუღამისთვის განკუთვნილ ბუნებრივ ქვიშებში დასაშვებია № 014 ნასვრეტებიან საცერში გამავალი მარცვლების რაოდენობა მთლიანი მასის 20 %-მდე, იმ ქვიშის გამოყენება, რომელიც განსხვავდება 4.4 ცხრილში მოყვანილი შედგენილობისაგან, შეიძლება დაშვებულ იქნეს მხოლოდ სათანადო ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთებით, თუ ამასთანავე ცემენტის ხარჯი არ არის ГОСТ 386-74-ით გათვალისწინებულ ნორმაზე მეტი.

წვრილი შემგვების დასაშვები მარცვლოვანი  
შედგენილობა ბეტონში

საცერის ნახერტის ზომები, მმ	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	0,14 ნაკლები
საცერზე სრული ნარჩენი %-ობით მიღიანი მასიდან	0	0-20	15-45	35-70	70-90	90-100	10-0

ქვიშა მარცვლოვანი შედგენილობის მიხედვით იყოფა: მსხვილი, საშუალო, წვრილი და ძალიან წვრილი ქვიშად (ცხრ. 4.5).

ქვიშის კლასიფიკაცია მარცვლების სისხსის მიხედვით

ქვიშის ჯგუფი	ქვიშის სიმსხვილის მოდული	№ 63 საცერზე სრული ნარჩენის რაოდენობა, %
მსხვილი	2,5-ზე მეტი	45-ზე მეტი
საშუალო	2 - 2,5	30-45
წვრილი	1,5 - 2,0	10-30
ძალიან წვრილი	1,0 - 1,5	10-მდე

ბეტონებისათვის შემგვების სახით გამოიყენება მხოლოდ მსხვილი, საშუალო და წვრილი ქვიშა, გამდიდრებული და დაფრაქციებული. ღუბისათვის კი იყენებენ საშუალო, წვრილ და ძალიან წვრილ ქვიშას. აქედან წვრილი ფრაქციები უნდა იყოს დაფრაქციებული, ხოლო ქვიშაში მტვრისებრი, თიხოვანი ან ღამიანი ნაწილაკების რაოდენობა, რომელიც განისაზღვრება განღეკვით, არ უნდა აღემატებოდეს 4.6 ცხრილში მოყვანილ სიდიდეებს.

ფორიანი შემგვები მსუბუქი ბეტონისათვის (სიმკვრივე 500-1800 კგ/მ<sup>3</sup>) განისაზღვრება ГОСТ 9575-73-ით. შემგვების სიმკვრივე ნაყარ მდგომარეობაში ხრეშისა და ლორღისათვის (5 მმ-ზე მეტი) არ უნდა აღემატებოდეს 1000 კგ/მ<sup>3</sup> და არ უნდა იყოს 1200 კგ/მ<sup>3</sup>-ზე მეტი, ქვიშისათვის (5 მმ-მდე). ფორიანი შემგვების კლასიფიკაცია მოყვანილია 4.7 ცხრილში.

მტვერისებრი, თიხოვანი და ლამიანი ნაწილაკების  
დასაშვები სიდიდეები ქვიშაში

ქვიშის სახე	მტვერისებრი, თიხისებრი და ლამიანი ნაწილაკები, განსაზღვრული განლექვით	მათ შორის თიხის ნაწილები კოშტის სახით
	დასაშვები % მასის წიხედვით	
ბუნებრივი	3,0	0,50
გამდიდრებული	2,0	0,25
დაფრაქციებული:		
მსხვილი ფრაქცია	0,5	0,10
წვრილი ფრაქცია	1,5	0,20
დამსხვრეული	4,0	0,35
დამსხვრეული გამდი- დრებული	2,5	0,25
დამსხვრეული დაფრა- ქციებული:		
მსხვილი ფრაქცია	1,0	0,10
წვრილი ფრაქცია	2,0	0,20

შენიშვნა: ბუნებრივი წარმოშობის ქვიშები მათი განლაგების მიხედვით სამი სახისაა-მდინარის, ზღვის და მთის. მდინარისა და ზღვის ქვიშას მომრგვალებული ფორმა აქვთ, ხოლო მთის ქვიშას-მასხვილ კუთხა. როგორც წესი, მდინარისა და ზღვის ქვიშა უფრო სუფთაა, მათში ნაკლებია თიხოვანი და ორგანული მინარევეები, ვიდრე მთის ქვიშაში.

სასურველია გამოყენებულ იყოს მასხვილკუთხა ფორმის ქვიშა, რადგანაც მათ უკეთესი შეჭიდულება აქვთ ცემენტთან და ბეტონს ანიჭებენ მეტ სიმტკიცეს. ამასთანავე ეს ქვიშა რაც შეიძლება სუფთა უნდა იყოს, რადგან ქვიშის გარეცხვა რაული და ძვირად ღირებული პროცესია. ამიტომ ხშირად უპირატესობას აძლევენ მდინარის ქვიშას.

ფორიანი შემვსების კლასიფიკაცია

კლასი	ქვეკლასი	შემვსების სახე
ბუნებრივი ფორიანი შემვსები	ვულკანური წარმოშობის ქანები	პეშა, ტუფი, ვულკანური წიდა
	დანალექი ქანები	ფორიანი კირქვა, კირქვა-ნიჟარქვა
ხელოვნური ფორიანი შემვსები	აფუებით გამოწვის დროს მიღებული	კერამიტი, შუნგიზიტი, აფუებული პერლიტი და სხვ.
	გამოწვისას შეცხობით მიღებული	აგლოპორიტი
	გამოწვიით აფუების გარეშე მიღებული	თერმოლიტი
	წიფის ნადნობის ფორიზაციით მიღებული	წიფის პეშა, გრანულირებული წიდა
ნარჩენები გადაშეშვების გარეშე		მეტალურგიული წიფის ნაყარი, ნაცრის ნარევი წიდა და სხვ.

ბეტონის სათანადო სიმტკიცის მიხედვით ფორიანი მსხვილი შემვსების მარკა უნდა შეირჩეს 4.8 ცხრილის მიხედვით.

ფორიანი წვრილი შემვსები (ქვიშა) უნდა აკმაყოფილებდეს 4.9 ცხრილში მოყვანილ მოთხოვნებს.

**წყალი.** ბეტონის ნარევის დასამზადებლად იყენებენ ნებისმიერ ნეიტრალური რეაქციის მქონე წყალს, რომლის წყალბადის მაჩვენებელი ( pH ) 4-ზე მეტია. ასეთი წყალი ლაკმუსის ქაღალდს არ ღებავს წითელ ფერად. ბეტონის ნარევისათვის გამოყენებული წყალი არ უნდა შეიცავდეს 2700 მგ/ლ-ზე მეტ სულფატ-იონებს და 5000 მგ/ლ-ზე მეტ ყვილა სხვა მარილს.

გამდინარე წყლები, რომლებიც შეიცავენ ცხიმებს, ბენზინულ ზეთს, სიმჟავეებს, შაქარს და ა.შ., არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ბეტონის დასამზადებლად.



ფორიანი შეშვსების სიმტკიცე

შსუბუქი ბეტონის საშუალო სიმტკიცე, კგძ/სმ <sup>2</sup>	შსხვილი ფორიანი შეშვსების მარჯა სიმტკიცის მიხედვით
35	25 - 75
50	30 - 100
75	50 - 125
100	75 - 150
150	75 - 200
200	100 - 250
250	125 - 300
300	150 - 350
350	200 - 350
400	250 - 350

ფორიანი ქვიშის მარცელის შედგენილობა

საცერში ნახვრეტის ზომები, მმ	საცერზე მდლიანი ნარჩენი მაცულობიდან, %	
	კონსტრუქციულ-მბოსაი-ზოლაციო ბეტონებისათვის	კონსტრუქციული ბეტონებისათვის
5	0-10	0-10
2,5	10-40	15-35
1,25	20-60	30-50
0,63	30-70	40-65
0,315	40-80	65-80
0,14	70-90	90-100
0,14 საცერში გასვლა	10-30	0-10

ზღვის ან სხვა მარილიანი წყლები რომლებიც აკმაყოფილებენ ზემოთ მო-  
ყვანილ მოთხოვნებს, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ბეტონის ნარევი, გარ-  
და საცხოვრებელი და საყოფაცხოვრებო შენობების შიგა კონსტრუქციების  
დაბეტონების შემთხვევისა. ზღვის წყლის გამოყენება არაა დასაშვები  
წყალზევით რკინაბეტონის ნაგებობათა დაბეტონების დროს ცხელ და შერად  
კლიმატურ პირობებში. მოყვანილ შემთხვევებში ზღვის მარილებს შეუძლია  
გამოჟონოს ბეტონის ზედაპირზე და გამოიწვიოს ლითონის არმატურის კოროზია.

ქიმიური დანამატები. გარკვეული თვისებების მქონე ბეტონის ნარევის  
ან ბეტონის მისაღებად ნარევი შეჰყავთ სხვადასხვა სახისა და დანიშნუ-  
ლების ქიმიური დანამატები და მათი კომპლექსები აქედან ძირითადია:

ა) მამლასტიფიცირებული დანამატები: სულფატ-საფუარის ოხლე (ГОСТ 81-  
79-74); სუბერპლასტიფიკატორი-სათხევადებელი С-3 და სხვ.

ბ) მამლასტიფიცირებელი-შაერშემყვანი დანამატები: საპონნაფტი(ს),  
გასაპნული ფისი ( ВЛХК ); ნატრიუმის ეთილნილიკონატი ( ГНХ -10), ნატ-  
რიუმის მეთილნილიკონატი ( ГНХ -11), ალიპინის პლასტიფიკატორი ( ПАН -1);

გ) შაერშემყვანი დანამატები; ნეიტრალიზებული შაერშემყვანი ფისი  
( ნჰფ), სინთეზური ზედაპირულ-აქტიური დანამატი (სზფ); გასაპნული სქელ-  
ფისი ( ЦННПС -1).

დ) მიკროაირშემქმნელი დანამატები: ნატრიუმის სულფატი (სს), ნატრიუ-  
მის ნიტრატი (სნ), კალციუმის ქლორიდი (კქ), კალციუმის ნიტრატი (კნ),  
კალციუმის ნიტრიტი ნიტრატი (კნნ), კალციუმის ქლორიდი ნიტრიტი; ნიტრა-  
ტი(კქსნ).

ე) ყინვასაწინააღმდეგო დანამატები: კალციუმის ქლორიდი ნატრიუმ ქლო-  
რიდან შეთავსებით (კქ+სქ), ნატრიუმის ნიტრიტი (სნ), პოტასიუმი (პ),  
კალციუმის ნიტრიტის შეერთება შარდოვანასთან (კნშ) და სხვ.

ვ) ლითონის კოროზიის ინჰიბიტორები - (სს, კნნ).

ამ დანამატების გამოყენება დასაშვებია მძიმე და მსუბუქ კონსტრუქცი-  
ულ ბეტონებში 4.10 ცხრილის თანახმად. დანამატების ოპტიმალური რაოდენო-  
ბა ყველა კერძო შემთხვევაში უნდა დაადგინოს სამშენებლო ლაბორატორიამ.  
ამასთან, დანამატების რაოდენობა, რომლებიც აჩქარებენ ბეტონის გამყარე-  
ბას, არ უნდა აღემატებოდეს ცემენტის მასის 2 %-ს, 'სს; კნ; კნნ და კქ  
სს-თვის 4 %-ს, კქ დაარმატურებული კონსტრუქციების ბეტონებისათვის -  
2 %-ს, ხოლო დაუარმატურებელი კონსტრუქციებისათვის - 3 %-ს.

ბეტონის ნარევის ჩაგების გაუმჯობესების მიზნით გამოიყენება ე.წ. სუ-  
პერმამლასტიფიცირებული დანამატი-სათხევადებლები. მათი დამატება ბეტო-  
ნის ნარევიში საშუალებას იძლევა ცემენტის ხარჯის გადიდების გარეშე გა-  
ზარდოს ბეტონის ნარევის სიმტკიცე და ძვრადობა, შეძვირდეს წყლის მოხმა-  
რება. მაღალძვრადი ბეტონების გამოყენება საგრძნობლად აადვილებს ბეტო-  
ნის ნარევის ჩაგების ტექნოლოგიას, რაც მკვეთრად ამცირებს საშუალოთა

ბეტონებში დანამატების გამოყენების სფერო

კონსტრუქციის ტიპი და მათი ექსპლუატაციის პირობები	კვ+კვ	ნს	კნ, ნნ, კნშ	კვ+ნნ	ნნკვ, კვ+კნ	ნნ, ნნ	კ	სტბ, რკმ-10, რკმ-11, ვაქკ, პაუ-1, ცხიპ-1, სტა
I	2	3	4	5	6	7	8	9
<p>I. რკინაბეტონის კონსტრუქციები წინასწარ დაუძაბავი მუშა არმატურით, დიამეტრით:</p> <p>5 მმ-ზე მეტი</p> <p>5 მმ და ნაკლები</p>	<p>+</p> <p>-</p>	<p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p>
<p>2. კონსტრუქციები, ასევე ასაწყობ - მონოლითური და ასაწყობი კონსტრუქციების პირაპირები დაუძაბავი შვერილი არმატურით ან ჩასაყოლებელი დეტალებით:</p> <p>ლითონის სპეციალური დაცვის გარეშე</p> <p>ლითონის თეთრით დაფარვით</p> <p>ლითონის ალუმიინით დაფარვით</p> <p>კომბინირებული დაფარვით (ტუბი-მედეგი ლაქსადობავით ან სხვა ტუბიმედეგი დამ-</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>+</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>+</p> <p>-</p> <p>+</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>-</p>	<p>-</p> <p>-</p> <p>+</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>-</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>-</p>	<p>+</p> <p>+</p> <p>+</p>

I	2	3	4	5	6	7	8	9
ცველი შრიდ), ასევე პირაპირები ჩასაყობელი დეტალებისა და საანგარიშო არმატურის გარეშე	+	+	+	+	+	+	+	+
3. წინასწარ დაძაბული კონსტრუქციების, ასაწყობ-მონოლითური და ასაწყობი კონსტრუქციების პირაპირები (არხები)	-	+	+	-	-	+	-	+
4. წინასწარ დაძაბული დაარმატურებული კონსტრუქციები AT-IV, AT-V, AT-VI, A-IV და A-V კლასის ლითონი	-	+	-	-	-	-	-	+
5. თიხამიწოვან ცემენტზე დაშაღებული ბეტონის კონსტრუქციები	-	-	-	-	-	-	-	+

შენიშვნა. ნიშანი „ - “ აღნიშნავს დანამატის შეყვანის აკრძალვას, ნიშანი „ + “ კი პირიქით - დანამატის შეყვანის მიზანშეწონილობას.

შრომატევალობას, განსაკუთრებით ხშირად დაარმატურებული კონსტრუქციების ბეტონებისათვის.

დღეისათვის გამოყენებული სუპერპლასტიფიკირებული დანამატები შშრად მდგომარეობაში არ კარგავენ თავის თვისებებს 8-12 თვის განმავლობაში.

სუპერპლასტიფიკატორების თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ რაღესაც შაბ უმატებენ ბეტონს, ისინი მხოლოდ 60-80 წუთის განმავლობაში აახევა-დებენ ბეტონის ნარევის. ამიტომ შაბ უშუალოდ ხმარობენ ბეტონის ადგილზე მიტანისას და უმატებენ ცემენტის ხარჯის 0,74-1,0 % რაოდენობით. პლასტიფიკატორის დამატებიდან 5 წუთის შემდეგ ნარევი შაბადა მოსახმარებლად.

საკმაოდ გავრცელებულია სამამულო წარმოების სუპერპლასტიფიკატორი C-3, რომელიც შაბადება სულფონირებული ნაფტალინფორმალდეჰიდური ნარევი-საგან. იგი ზრდის ბეტონის ძვრადობას 2-4 სმ-დან 20-24 სმ-მდე, ხოლო წყლის რაოდენობის სათანადო შემცირებით ბეტონის სიმტკიცეს ზრდის 20 %-მდე და ცემენტის ხარჯს ამცირებს 15 %-მდე. აღნიშნული ეფექტი მიღებულია შიდა ბეტონებზე, ასეთივე შედეგები მოგვცა პლასტიფიკატორის გამოყენებამ ცულკანური წიფის შემცობებზე დაშაბებულ მსუბუქ ბეტონებში. საბჭოთა კავშირში გამოიყენება რამდენიმე სახის სხვა სუპერპლასტიფიკატორი, მაგალითად, KM-30 (კარბამიდ-მელამინ-ფორმალდეჰიდური ფისი), MFA (მელამინ-ფორმალდეჰიდური ფისი) და სხვ.

საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში ჩატარებულმა სპეციალურმა გამოკვლევებმა დაადასტურეს KM-30 ტიპის სუპერპლასტიფიკატორის მაღალი ეფექტურობა, როგორც შიდა, ასევე ფორიდან ბუნებრივ შემცობებზე დაშაბებულ მსუბუქ ბეტონებში.

ქ. თბილისში აშენდა ამ სახის სუპერპლასტიფიკატორის დამაშაბებელი საამქრო, რომლის მწარმოებლურობა 20 %-იანი კონცენტრაციის სიძხის სახით შეადგენს 200 ტ წელიწადში.

ჩვენი რესპუბლიკის პირობებში მეტად პერსპექტიულია ლიგნოსულფონატების ტიპის მაღალი ეფექტურობის მქონე პლასტიფიკატორი, რომელიც შაბადება ენგურის ქალაქის კომბინატის ცელულოზის წარმოების ნარჩენების ბაზაზე. ეს პლასტიფიკატორი თავისი ეფექტით არ ჩამოუვარდება სამამულო წარმოების სუპერპლასტიფიკატორებს, ხოლო მისი ღირებულება რამდენჯერმე ნაკლებია (ცხრ. 4.11). ამჟამად ამ სახის პლასტიფიკატორების დამაშაბება გათვალისწინებულია საქართველოს სსრ შშენებლობის სამინისტროს რკინაბეტონის რამდენიმე ქარხანაში.

საშენ მასალათა მრეწველობის სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის „საქ-საშენმასალების“ მიერ ჩატარებული სამუშაოები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ აღნიშნული პლასტიფიკატორის გამოყენებას შეუძლია მოგვცეს შემდეგი სახის ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტი:

1. ბეტონის ნარევის ძვრადობა დაყალიბების პროცესში საშუალოდ იზრდება 6-10-ჯერ (კონუსის ჯდობა I-4 სმ-ის ნაცვლად იზრდება 22-24 სმ-მდე). ამ შემთხვევაში ბეტონის ნარევის ვიბრირება მისი ჩაგების დროს, როგორც წესი, საჭირო არ არის ან გამოიყენება ნაწილობრივ.

2. თუ ძვრადობას იგივეს დავტოვებთ, მაშინ წყლის ხარჯის შემცირებით

სსრ კავშირში წარმოებული სუბერბლასტიფიკაციების და ბლასტიფიკაციების ძირითადი  
 ბიქნიკურ-მეკონომიკური მაჩვენებლები

ბლასტიფიკაციის დასახელება	Q - მისთვის გეგმვის საზღვარი (ტონა) 1975 წელს	დინამიკური უზრუნველყოფა	ბლასტიფიკაციის ხარჯი I მ ბეტონის ნარჩები		ბლასტიფიკაციის ხარჯი სამუდამო ხარჯი, ლ	ბიქნიკური მაჩვენებლები			
			%-ობით გეგმვის მიზნის მას- სიდან	საბუჯარი ხარჯი, ლ		გაბეზრების ხარის- ხი კონუსის ჩაჯდომის სიღრმე სმ	ბეტონის სიღრმე სმ	ბეტონის სიღრმე სმ	მეკონომიკა, %
C - 3	340	20	0,8-1,0	20	1,36	20-22	30	15	
KV - 30	650	20	0,3-0,5	10	1,3	20 და მეტი	30	20	
IO-03	1500	20	0,3-0,5	10	3,0	20 და მეტი	25-40	15	
MΦAC	1000	20	0,3-0,5	10	2,0	20 და მეტი	25	15	
II - 20	200	10	0,4-0,5	20	0,40	14-17	20-35	15	
III მ	175	10	0,6	25	0,42	21	20	20	
ენგურის ქალაქის კომბინატის ნარჩე- ნიბზე დაზუსტებული ფონდის ფაქტობრივი ნაშთების ტიპის ბლასტიფიკაციის	200	10	0,3-0,5	20	0,40	22	45-50	20	

შესაძლებელია ბეტონის სიმკვრივე გავზარდოს 40-50 %-ით ან ცემენტის ხარჯი შევამციროთ 20 %-მდე.

3. შესაძლებელია მესამე ვარიანტიც, როდესაც ძვრადობის სიდიდეს ცხრდით ნაწილობრივ 14-15 სმ-მდე. ამ შემთხვევაში საშუალება გვაქვს წყლის ხარჯი ბეტონში ნაწილობრივ შევამციროთ, რაც უზრუნველყოფს ბეტონის სიმკვრივის გაზრდას 10-20 %-ით ან ცემენტის ხარჯის შემცირებას 5-10 %-მდე.

#### 4.2: ბეტონის ნარევისა და ბეტონის ძირითადი მახასიათებლები

ბეტონის ძირითადი კლასიფიკაცია ხდება სიმკვრივის მიხედვით, რომელიც ძირითადად დამოკიდებულია ცემენტის ქვის სიმკვრივეზე, შემვსებლის სახესა და ბეტონის სტრუქტურაზე. ამ თვალსაზრისით იგი იყოფა ხუთ ჯგუფად:

1) ზემოშივე, შედგება შიშვე შემვსებლებისაგან, როგორცაა: ლითონის ნახერხი, რკინის მადანი ან ბარიტი; ასეთი ბეტონების სიმკვრივე 2 600 კგ/მ<sup>3</sup>-ზე მეტია;

2) შიშვე (ჩვეულებრივი), შედგება მკვრივი შემვსებლები მასალებისაგან (კვარცხის ქვიშა, ლორღი ან ხრები, მკვრივი ქვის ჯიშებისაგან); ასეთი ბეტონის სიმკვრივე 2100-2600 კგ/მ<sup>3</sup>-ია;

3) შემსუბუქებული, მაგალითად, აგურის ლორღი ან მსხვილფორიანი (უქვიშო); ასეთი ბეტონის სიმკვრივე 1800-2000 კგ/მ<sup>3</sup>-ია.

4) მსუბუქი, შედგება ფორიანი შემვსებლებისაგან (წიდა, პეშა, ტუფი და ა.შ.); ასეთი ბეტონების სიმკვრივე 1200-1800 კგ/მ<sup>3</sup>-ია;

5) ზემსუბუქი, ძალზე ფორიანი, უჯრედოვანი (ქაფბეტონი, გაზობეტონი ან მსხვილფორიანი მსუბუქ შემვსებლებზე; ასეთი ბეტონის სიმკვრივე 1200 კგ/მ<sup>3</sup>-ზე ნაკლებია (ხშირად 500-800 კგ/მ<sup>3</sup>-ის ტოლია).

შემვსებლის ზომების მიხედვით განასხვავებენ მსხვილმარცვლოვანს (სიდიდით 10-დან 70 მმ-მდე) და წვრილმარცვლოვანს (ზომით 10 მმ-მდე). დაამატარებული კონსტრუქციებისათვის ლორღის ზომა არ უნდა აღემატებოდეს ღერობის შორის უმცირესი მანძილის 3/4-ს და კონსტრუქციის უმცირესი ზომის 1/3-ს.

ფორების მიხედვით განასხვავებენ ჩვეულებრივ, მკვრივ და მსხვილფორიან უქვიშო ბეტონს. უკანასკნელში არ არის წვრილი შემვსებლები ქვიშა და ამიტომ მსხვილ შემვსებლებს შორის სივარდილები არაა შევსებული.

დანისულების მიხედვით განასხვავებენ ბეტონებს ჩვეულებრივს-რკინა-ბეტონის კონსტრუქციებისათვის (საძირკვლები, სვეტები, კოჭები, გადახურვები, კამარები, ხიდები და სხვ.); შიდროტექნიკურს-კაშხლების, რაბების, არხების მოპირკეთების, წყალსადენისა და საკანალიზაციო ნაგებობებისათ-

თვის, საგზაო, სააეროდრომო და სხვ. დანიშნულების მიხედვით ასევე განასხვავებენ კონსტრუქციულ (სიმკვრივე 1800 კგ/მ<sup>3</sup>-ზე მეტი), კონსტრუქციულ-იზოლაციურ (800-1800 კგ/მ<sup>3</sup>) და იზოლაციურ (800 კგ/მდე) ბეტონებს.

კონსტრუქციული ბეტონები გამოიყენება შენობა-დანადგარების შიდა და გადაშლილი კონსტრუქციებისათვის. კონსტრუქციულ-იზოლაციური ძირითადად შენობა-ნაგებობების გადაშლილი კონსტრუქციებისათვის, ხოლო იზოლაციური ბეტონები შენობა-ნაგებობათა და დანადგარების თბური იზოლაციისათვის.

არსებობს აგრეთვე სპეციალური სახის ბეტონები (მზურვალმედეგი, ქიმიურად მედეგი, დეკორატიული, რადიაციისაგან დამცველი), რომლებიც ასრულებენ სპეციალურ ფუნქციებს ექსპლუატაციის პირობების მიხედვით. მაგალითად, მზურვალმედეგი ბეტონები გამოიყენება 200°C და მეტი ტემპერატურის მქონე გარემოში; ქიმიურად მედეგი ბეტონები-აგრესიულ გარემოში; დეკორატიული ბეტონები შენობა-ნაგებობათა მოპირკეთებაში; რადიაციულ დამცველი ბეტონები-რადიაციული გამოსხივებისაგან დასაცავად.

უკანასკნელ ხანს გავრცელება პოვა ბეტონპოლიმერებმა და პოლიმერბეტონებმა.

ბეტონპოლიმერები უზადდება ჩვეულებრივ მინერალურ მჭიდაზე (ცემენტზე). გამკვრივებისა და გამყარების შემდეგ ისინი იუღინთებიან მონომერით, რომლებიც შემდეგ პოლიმერისდება ბეტონის ფორმისა და კაპილარებში. მათ იყენებენ ისეთ კონსტრუქციებში, რომლებიც მუშაობენ საშუალო აგრესიულ გარემოში.

პოლიმერბეტონები უზადდება პოლიმერულ მჭიდაზე, გამამყარებელზე, ქიმიურ მინერალურ და ჩვეულებრივ შემესებზე. მათ იყენებენ ისეთ კონსტრუქციებში, რომლებიც მუშაობენ ძლიერ აგრესიულ გარემოში და სადაც საჭიროა მაღალ სიმტკიცისა და სიმკვრივის ბეტონები.

1986 წლამდე ბეტონის სიმტკიცის ძირითად მახასიათებლად ითვლებოდა მისი მარკა. იგი წარმოადგენდა 15X15X15 სმ ზომის ბეტონის კუბის სიმტკიცის ზღვარს კუმშვაზე გარემოს ნორმალურ პირობებში გამყარების 28-ე დღეს. მარკის განზომილებაა MPa (კგ/სმ<sup>2</sup>). ნორმებით მძიმე ბეტონებისათვის დადგენილი იყო შემდეგი მარკები: 35; 50; 75; 100; 150; 200; 300; 400; 500; 600.

1986 წლიდან ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტების საშვენებლო ნორმების და წესების ახალი რედაქციის (СНП 2.03.01-84) ძალში შესვლასთან დაკავშირებით, ბეტონის სიმტკიცის ძირითად მახასიათებლად კუმშვასა და გაჭიმვაზე, ნაცვლად მარკებისა, მიღებულია ბეტონის კლასებად დაყოფა (I-დან 60-მდე, ცხრ. 4.12).

ბეტონის მარკა დასაშვებია გამოყენებულ იქნეს, როგორც კუმშვაზე ბეტონის სიმტკიცის ძირითადი მახასიათებელი, მხოლოდ იმ რკინაბეტონის ქარხნებისა და შენენებლობებისათვის, სადაც უკრ-უკრობით არაა უზრუნველყოფილი ბეტონის სიმტკიცეზე გამოცდის სისტემატური კონტროლი ვარაიაციის კოეფიციენტის სიდიდის შეფასებით.



ბეტონის კლასი არის ის მინიმალური სიმტკიცე, რომელიც გარანტირებულია 0,95 უზრუნველყოფით. ეს კი ნიშნავს, რომ იმისდა მიხედვით, თუ სიმტკიცეზე გამოცდისას როგორია ვარიაციის კოეფიციენტი, ანუ რა ფარგლებში ხდება გამოცდის შედეგების გაბნევა. ერთი და იგივე კლასის მისაღებად საჭირო იქნება სხვადასხვა საშუალო სიმტკიცის უზრუნველყოფა. იქ, სადაც ბეტონის მოშადება სტანდარტის მოთხოვნათა ზუსტი დაცვით ხდება, გამოცდის შედეგების გაბნევა ნაკლები იქნება, ნაკლები იქნება ვარიაციის კოეფიციენტიც და ბეტონიც შეიძლება საშუალოზე ნაკლები სიმტკიცის დაშვადღეს. თუკი შემსვსებები უხარისხია, ბეტონის შედგენილობის დოზირება და ნარევის მოშადება უდიერად ხდება, არაა წესივრულ მდგომარეობაში მადოზირებელი და ბეტონსახელი მოწყობილობა, გამოცდისას ადგილი აქვს შედეგების დიდ გაბნევას. უკანასკნელი გამოიწვევს ვარიაციის კოეფიციენტის გაზრდას და სათანადო კლასის ბეტონის მისაღებად საჭირო იქნება მისი საშუალო სიმტკიცის გაზრდა, რაც ცემენტის გადახარჯვას გამოიწვევს.

ამგვარად, კლასი განისაზღვრება ბეტონის ნორმატიული წინააღობის შესაბამისი სიდიდით. მაგალითად, ნორმატიული წინააღობა კუმშვაზე წარმოადგენს ბეტონის პრიზმის სიმტკიცეს  $R_{bn}$ , როცა ნორმირებული უზრუნველყოფა არანაკლებია 0,95-ზე.

რკინაბეტონის ნაკეთობათა ქარხნებში ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ მძიმე ბეტონებისა და ფორიან შემსვსებზე დაშვადებული ბეტონებისადვის ვარიაციის კოეფიციენტის საშუალო სიდიდე 0,135-ია. აწორედ ეს სიდიდე დაედო საფუძველად ადრე მოქმედ ნორმებში (СНП II-21-75) სხვადასხვა მარკის ბეტონის ნორმატიული წინააღობის სიდიდეების განსაზღვრას.

ბეტონის კლასიდან ბეტონის საშუალო სიმტკიცეზე გადასასვლელად, როცა ვარიაციის კოეფიციენტი 13,5 %-ის ტოლია, საჭიროა ვისარგებლოთ ფორმულია  $M = \frac{B}{0,778}$ , სადაც M ბეტონის მარკაა; B - ბეტონის კლასი.

ვარიაციის კოეფიციენტის სხვა მნიშვნელობებისას შეიძლება ვისარგებლოთ ზოგადი ფორმულია

$$B = M (I - I,64V) \quad \text{ან} \quad M = \frac{B}{I - I,64V}$$

სადაც V ვარიაციის კოეფიციენტი.

გარდა საპროექტო B კლასისა კუმშვაზე, რომელსაც კონსტრუქციის გაანგარაშების მიხედვით ნიშნავენ და კონსტრუქციის და ნაკეთობის სამუშაოთა ნახაზებში უჩვენებენ, საჭიროების მიხედვით უნდა დადგინდეს ბეტონის მიმართ სხვა ძირითადი მოთხოვნებაც:

I. კლასი გაჭიმვაზე სიმტკიცის მიხედვით -  $B_t$  (იმ შემთხვევაში, როცა ეს მაჩვენებელი ძირითადი მნიშვნელობისაა და წარმოებაში ხდება მისი კონ-

ბეტონის კუშშვავზე სიმტკიცის კლასები და მათი შესაბამისი საშუალო სიმტკიცის მნიშვნელობები

კლასები C <sub>x</sub> /C <sub>98</sub> 1406-78 მიხედვით	B1	B1,5	B2	B2,5	B3,5	B5	B7,5	B10	B12,5	B15
ბეტონის საშუალო სიმტკიცე ვარიაციის კოეფიციენტის 13,5 %-ის დროს	$\frac{12,6}{1,29}$	$\frac{18,9}{1,93}$	$\frac{25,2}{2,57}$	$\frac{31,6}{3,21}$	$\frac{44,1}{4,5}$	$\frac{63,1}{6,43}$	$\frac{94,6}{9,64}$	$\frac{125}{12,8}$	$\frac{158}{16,1}$	$\frac{189}{19,3}$
კლასები C <sub>x</sub> /C <sub>98</sub> 1406-78 მიხედვით	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60	
ბეტონის საშუალო სიმტკიცე ვარიაციის კოეფიციენტის 13,5 % დროს	$\frac{252}{25,7}$	$\frac{315}{32,1}$	$\frac{379}{38,5}$	$\frac{441}{45}$	$\frac{504}{51,4}$	$\frac{567}{57,8}$	$\frac{631}{64,3}$	$\frac{693}{70,7}$	$\frac{756}{77,1}$	

შენიშვნა: ხაზის ზემოთ მოყვანილია ბეტონების საშუალო სიმტკიცის მნიშვნელობები კგძ/სმ<sup>2</sup>-ში; ხაზის ქვემოთ - MPa -ში.

ტრლი; 2. მარკა ყინვაამდეგობაზე F (იმ კონსტრუქციებისათვის, რომლებიც განიცდიან ტენიან პირობებში გაყინვისა და გაღობის ცვალებად ზემოქმედებას); 3. მარკა წყალშეუღწევადობაზე - W (იმ კონსტრუქციებისათვის, რომელთა მიმართ წამოყენებულია წყალგაუმტარობის შეზღუდვის პირობა); 4. მარკა საშუალო სიმკვრივის მიმართ - D (იმ კონსტრუქციებისათვის, რომლებიც გარდა კონსტრუქციული მოთხოვნებისა, უნდა აკმაყოფილებდნენ თბოსაიზოლაციო მოთხოვნებსაც).

გარკვეული ფარდობით დოზირებული კომპონენტების (შემკვრელი, შემცხე-  
ბი და ამდულაბებელი) არევის შემდეგ მიღებულ ბეტონის ნარევეს უნდა შექო-  
ნდეს სათანადო ადვილჩაწყობადობის უნარი, რომელიც განისაზღვრება ГОСТ  
101811-81-ით. ადვილჩაწყობადობის ძირითადი მაჩვენებელია ბეტონის ნა-  
რევის ძვრადობა და სიხისტე. ბეტონის ნარევის ძვრადობა II ხასიათდება  
სტანდარტული კონუსის უდომით, რომელიც იზომება სმ-ობით. ბეტონის ნარე-  
ვის სიხისტე III ხასიათდება ვიბრაციის დროით წამებში, რომელიც საჭიროა  
სიხისტის განმსაზღვრელ ხელსაწყოში ბეტონის ნარევისაგან დაშვებული  
კონუსის გასწორებისა და გამკვრივებისათვის.

ბეტონის ნარევის კლასიფიკაცია მოყვანილია 6.13 ცხრილში.

ც ხ რ ი ღ 4.13

ბეტონის ნარევის კლასიფიკაცია ძვრადობისა და  
სიხისტის მიხედვით

მაჩვენებელი	სიხისტე, III, ს-ში		ძვრადობა, II, სმ
	ГОСТ 10181. I-81 მიხედვით	ГОСТ 10181-62 მიხედვით	
III	3I	120	-
II	30-2I	120-80	-
II	20-II	80-4I	-
II	10-5	40-20	-
II	-	-	I-4
II	-	-	5-9
II	-	-	10-15
II	-	-	16

სიხისტესა და ძვრადობას, როდესაც ბეტონის ნარევეს ცენტრალიზებული  
წესით აწვდიან მომხმარებელს, აკონტროლებენ ბეტონის დამაშაფებელ ქარ-  
ხანაში და დაბეტონების ადგილზე.

დროის განმავლობაში ბეტონის ნარევი საწყისთან შედარებით კარგავს  
ძვრადობას და მატულობს მისი სიხისტე. ამ მაჩვენებლების ცვლილების ხა-  
რისხის სიდიდე დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე: ასეთებია: ცემენტის  
აღისებები, ბეტონის ნარევის შედგენილობა, ნარევის და გარემო პირობის  
ტემპერატურა და სხვ.

ხშირად ბეტონის ნარევის დაშვადობისას გამოვლინდება ეგრეთ წოდებული  
ცრუ შეკვრა, რაც გამოიხატება ნარევის სწრაფ შესქელებაში. ეს ზოგიერთი  
სახის ცემენტის ანომალური ავისებების გამოვლინების მიზეზია. ამის და-

ვიდან აცილება შეიძლება, თუ ბეტონის ნარევის ხელახლა ავზელთ წყლის დამატების გარეშე. ამის შემდეგ ბეტონის ნარევის ყალიბში ჩამოსხმა შეიძლება უფრო ხანგრძლივი ვიბრირებით.

ბეტონის ნარევის ძვრადობას და სიხისტეს ნიშნავენ კონსტრუქციის ზომების, დაარმატურების სიხშირის; ბეტონის ჩაგებისა და გამკვრივების მოთხოვნათა მიხედვით (ცხრ. 4.14).

#### ც ხ რ ი ლ ი 4.14

#### ბეტონის ნარევის სიხისტის და ძვრადობის მაჩვენებლები

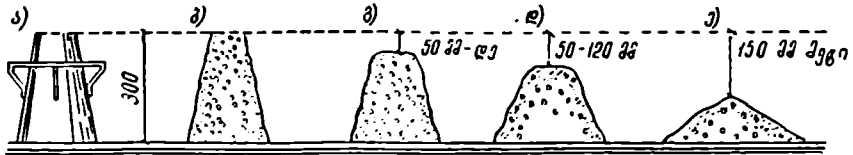
კონსტრუქციის სახე	ძვრადობა, სმ-ში	სიხისტე, ს-ში
1. საძირკვლების და იატაკების ქვეშ მოშადება	0	15-12
2. მასიური დაუარმატურებელი და მცირედ დაარმატურებული კონსტრუქციები	1-2	8-6
3. ფილები, კოჭები, დიდი და საშუალო კვეთის სვეტები	3-5	5-4
4. ძლიერ დაარმატურებული კონსტრუქციები (თხელი კედლები, სილოსები, წვრილი სვეტები)	6-8	1-2

ძვრადობის სიდიდის მიხედვით მიღებულია ბეტონის ნარევის შემდეგი კლასიფიკაცია:

ხისტი, კონუსის უღომი - 0; მცირედ ძვრადი - I  $\pm$  5 სმ; პლასტიკური - 5  $\pm$  12 სმ; სხმული, კონუსის უღომი - 15 სმ-ზე მეტი.

კონუსის უღომის განსაზღვრა ხდება ბეტონის სტანდარტული კონუსის (ГОСТ 10181-81) საკუთარი წონის ქვეშ განთხევის თვისებით. კონუსის სიმაღლეა 300 მმ, ქვედა ძირის დიამეტრი 200 მმ, ზედასი კი 100 მმ. ფორმას-კონუსის შიგა ზედაპირს და ქვეშას გამოყდის წინ ასველებენ წყლით. შემდეგ ფორმას დგამენ ქვეშე და ავსებენ ბეტონის ნარევით და ამკვრივებენ დახიშტვით. ფორმის შევსებისა და ზედმეტი ბეტონის ნარევის ნარჩენების მოშორების შემდეგ ფორმას დაუყოვნებლივ იღებენ. ამისათვის მას სახელურების საშუალებით სწივენ მაღლა ნელ-ნელა ვერტიკალურად. მოძრავი ბეტონის ნარევი, განათვისუფლდება რა ფორმიდან, იწყებს უღომას ან განთხევა-საც კი. კონუსის უღომას ზომიდან ფორმის მოხსნისთანავე და ამ სიდიდით

საზღვრავენ ნარევის ძვრადობას (ნახ. 4.1)



ნახ. 4.1 ბეტონის ნარევის ძვრადობის დადგენა კონუსის საშუალებით.

- ა - ფორმის საერთო სახე; ბ - ხისტი ნარევი;
- გ - მცირედ ძვრადი; დ - პლასტიკური; ე - სხმული.

ბეტონის გამყარების ფიზიკური არსი მდგომარეობს შემდეგში: ბეტონის სტრუქტურა წარმოიქმნება ბეტონის ნარევის გამყარების შედეგად. ბეტონის ნარევის დაშადობის და გამკვრივების შემდეგ ცემენტის ჰიდროლიზაციის საფუძველზე ხდება ახლად ჩაგებული ბეტონის ნარევის თანდათანობით გამყარება. თუმცა გარკვეული დროის მანძილზე ბეტონის ნარევი კიდევ ინარჩუნებს თვისებას მიიღოს მნიშვნელოვანი პლასტიკური დეფორმაციები. დიდი რაოდენობის ახლად წარმონაქმნების ჩამოყალიბების შემდეგ მათი ნაწილაკები უახლოვდებიან ერთმანეთს და ადგილი აქვს კოაგულაციური სტრუქტურის გადასვლას კრისტალურში, ამასთან სიმტკიცე მკვეთრად იზრდება. ბეტონის ნარევი მყარდება, იქმნება ბეტონის მყარი სტრუქტურა.

ბეტონის სტრუქტურის ფორმირების ხანგრძლივობის პერიოდი და მისი თვისებები დამოკიდებულია ბეტონის შედგენილობაზე და გამოყენებულ მასალებზე. ძირითადი მნიშვნელობა ენიჭება ცემენტის სახეს და ქიმიურ დანამატებს. სწრაფმყარებადი ცემენტების, გამყარების დამატარებელი-დანამატების გამოყენება, წყალუცემენტის ფარდობის შემცირება და ბეტონის ნარევის ტემპერატურის გაზრდა არქმობს ბეტონის სტრუქტურის ფორმირებას. ბეტონის ნარევის შეკვრას არქმობს აგრეთვე შემავსების რაოდენობის გაზრდა და მისი სიდიდის შემცირება.

ბეტონი სიმტკიცის იკრებს თანდათანობით, ამასთან, თუ ტემპერატურისა და ტენიანობის პირობები სასურველია, ეს პროცესი შეუწყობტლივ გრძელდება. ნარევის დაშადობიდან პირველი 7 დღე-ღამის შემდეგ ბეტონის სიმტკიცე სწრაფად იზრდება, შემდგომ, განსაკუთრებით კი 28 დღის შემდეგ, ადგილი აქვს სიმტკიცის ზრდის პროცესის შენელებას.

ბეტონის გამყარებისათვის საჭიროა თბილი და ტენიანი გარემო. თუ ბეტონი მუდმივად წყალში მყარდება, მაშინ მისი სიმტკიცე მეტია, ვიდრე ბეტონისა, რომელიც ჰაერზე მყარდება შშრალ გარემოში. გარკვეული დროის შემდეგ, როდესაც თავისუფალი წყალი აორთქლდება, ბეტონის გამყარების პროცესი ჩერდება.

ბეტონის გამყარება  $15^{\circ}\text{C}$  ნაკლები ტემპერატურის დროს ყოვნდება, ხოლო  $0^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურისას კი პრაქტიკულად ჩერდება.

#### 4.3. ბეტონის ნარევის შედგენილობის კორექტირება შშენებლობის პირობებში

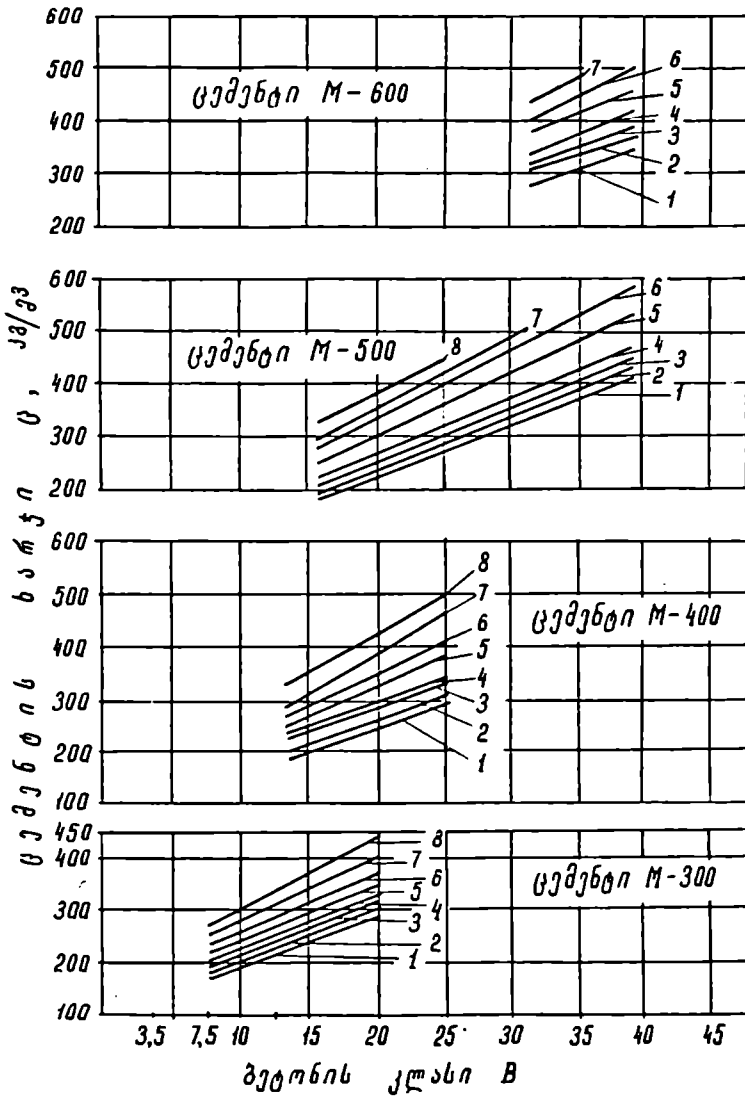
ბეტონის შედგენილობის შესარჩევი საჭირო საწყისი მონაცემებია: ბეტონის  $\beta$  კლასი ან მარკა; ბეტონის ნარევის მახასიათებლები ძვრადობასა და სიხისტის მიხედვით; შემესვებების (ქვიშის და ღორღის ან ხრეშის) კუთრი და მოყულობითი წონები. გარდა ამისა, შეიძლება იყოს სხვა დამატებითი მოთხოვნებიც, მაგალითად, ბეტონის მარკა ყინვამედეგობაზე და წყალგაუმტარობაზე, ბეტონის მედეგობა აგრესიული წყლების და გარემოს მიმართ და სხვ.

ბეტონის შედგენილობის შერჩევის საკითხები და მედიდები დაწვრილებით განხილულია სპეციალურ ლიტერატურაში და საშენებლო მასალების კურსის სახელმძღვანელოებში.

ნარევის ნომინალური შედგენილობა, როგორც წესი, შეირჩევა ლაბორატორიულ პირობებში არსებული შემსვებების, ცემენტის მარკის, ბეტონის კლასისა და მის მიმართ სხვა მოთხოვნილი მახასიათებლების მიხედვით. ამიტომ აქ განვიხილავთ მხოლოდ ბეტონის ნარევის შედგენილობის კორექტირების საკითხს, რომელიც ხშირად საჭირო ხდება ჩატარდეს შშენებლობის პირობებში.

ასეთი შემთხვევები შესაძლებელია იყოს მაშინ, როდესაც ბეტონის ნარევი შზადდება უშუალოდ საშენებლო ობიექტზე და მისი შედგენილობის კორექტირების აუცილებლობა გამოწვეულია შემსვები მასალების ტენიანობის ცვლილებით, ცემენტის მარკის შეცვლით ან სხვა მიზეზებით.

ცემენტის მარკის შეცვლის შემთხვევაში მისი საორიენტაციო ხარჯი, როცა ვარიაციის კოეფიციენტი 0,135-ის ტოლია, შეიძლება დადგინდეს 4.2 ნახაზზე მოცემული გრაფიკების საშუალებით, ბეტონის კლასისა და ნარევის საჭირო სიხისტის ან ძვრადობის მიხედვით. ამასთან, მხედველობაში უნდა მივიღოთ ცემენტის რაციონალურად გამოყენების საკითხიც. ასე, მაგალითად, მძიმე ბეტონების შემთხვევაში დაბალი სიმტკიცის ბეტონებისათვის (კლასი 3, 5-7, 5) რეკომენდებულია გამოყენებულ იქნეს  $M - 300$  მარკის ცემენტი, საშუალო სიმტკიცის ბეტონებისათვის (კლასი 12, 5 - 25)  $M - 400$  და  $M - 500$



ნახ. 4.2. ცემენტის ხარჯი შიშიმ ბეტონებისათვის  
 I-4-ბეტონის ნარევის სიხისტე შესაბამისად 3I,30-2I, 20-II,  
 IO-5 ს-ში; 5-8 ბეტონის ნარევის ძვრალბა შესაბამისად  
 I-4, 5-9, IO-15, 16 სმ-ში.

მარკის ცემენტი, ხოლო მაღალი სიმტკიცის ბეტონებისათვის (კლასი 30-50) მხოლოდ M-500 და მეტი მარკის ცემენტი.

წყლის რაოდენობის და წყალცემენტის ფარდობის სიდიდის დადგენა შესაძლებელია შემდეგი ფორმულების მიხედვით:

საშუალო და დაბალი სიმტკიცის ბეტონებისათვის

$$\frac{V}{G} = \frac{AR_G}{(R + 0,5AR_G)} ;$$

მაღალი სიმტკიცის ბეტონებისათვის

$$\frac{V}{G} = \frac{A_I R_G}{(R + 0,5A_I R_G)} ,$$

სადაც  $R_G$  არის ცემენტის მარკა;

$R$  — ბეტონის საშუალო საპროექტო სიმტკიცე;

$$R = \frac{B}{0,778} \quad (\text{აქ } B \text{ ბეტონის კლასია)} ;$$

$G$ -ცემენტის ხარჯი, კგ/მ<sup>3</sup>-ზე;

$A$  და  $A_I$  — კოეფიციენტები, რომლებიც ითვალისწინებენ მსხვილი შემცვლების ხარისხს (ცხრ. 4.15).

ც ხ რ ი ღ ი 4.15

$A$  და  $A_I$  კოეფიციენტების სიდიდე

მსხვილი შემცვლების დახასიათება	$A$	$A_I$
მაღალი ხარისხის რიგითი	0,65	0,43
დაბალი ხარისხის	0,6	0,4
	0,55	0,37

ფაქტობრივი ცემენტის მარკისა და წყლის ცემენტთან შეფარდების სიდიდის მიხედვით შეიძლება დადგინდეს ბეტონის სიმტკიცე.

$$R = \frac{0,23R_G + 100}{G/\sqrt{V} - 80} \quad \text{კგ/სმ}^2.$$

ქვიშის ტენიანობის ცვლილების შემთხვევაში წყლის რაოდენობის კორექტირება მშენებლობის პირობებში ხდება ბეტონის რამდენიმე საცდელი ნიმუშის ჩამოსხმით და მათი შემოწმებით უღობაზე ან ძვრადობაზე.



ქვიშის და ლორღის (ხრეშის) ფაქტობრივი სიმკვრივის გათვალისწინების მიზნით შესაძლებელია ბეტონის ნარევის შედგენილობაში მათი რაოდენობების კორექტირება შემდეგი ფორმულებით:

$$q = \frac{1000}{\frac{V_{\text{ლ}} \alpha}{\gamma_{\text{ლ}}} + \frac{1}{\rho_{\text{ლ}}}} ;$$

ქვიშისათვის

$$q = \left[ 1000 - \left( \frac{v}{\rho_v} + \frac{w}{\rho_w} + \frac{r}{\rho_r} \right) \right] \rho_s ,$$

სადაც  $\alpha$  არის ხსნარი ლორღის (ხრეშის) შევსების კოეფიციენტი (ცხრ. 4.16);

$V_{\text{ლ}}$  - ლორღის (ხრეშის) სივარდილის მოცულობა;

$\rho_v, \rho_w, \rho_r, \rho_s$  შესაბამისად ცემენტის, ქვიშის, ლორღის და წყლის სიმკვრივე, კგ/ლ;

$\gamma_{\text{ლ}}$  - ლორღის (ხრეშის მოცულობითი მასა) კგ/ლ.

ც ხ რ ი ღ ი 4.16

შემსვების მარცვლებს შორის სივრცის ხსნარი  
შემსვების კოეფიციენტი  $\alpha$

ცემენტის ხარჯი, კგ/მ <sup>3</sup>	ძვრადი ნარევი (4-15 სმ)	მცირედ ძვრადი ნარევი (1-3 სმ)	ხისტი ნარევი (30-200 ს)
200	1,25	1,20	1,10
250	1,30	1,25	1,10
300	1,35	1,30	1,10
350	1,40	1,35	1,10
400	-	1,40	1,10
500	-	-	1,20

ბეტონის ნარევის ტემპერატურის მიხედვით საჭიროა წყლის ხარჯის რაოდენობის კორექტირება. მაგალითად, თუ ნარევის ტემპერატურა ნორმალურზე (20°C) ნაკლებია, საჭიროა წყლის რაოდენობა ნარევაში კლებულობდეს 3-6 %-მდე, ხოლო, თუ ნარევის ტემპერატურა 20°C -ზე მაღალია, წყლის ხარჯი ტემპერატურის შესაბამისად თითქმის 10-15 %-მდე მატულობს. ცემენტის ხარჯის შემცირება ბეტონში მეტად მნიშვნელოვანი საკითხია არა მარტო ეკონომიკური თვალსაზრისით, არამედ გარკვეულ შემთხვევაში ცემენტის შემცირებული ხარჯი აუმაჯობებს ბეტონის თვისებებს, რადგან ცემენტის ქვა წარმოადგენს ბეტონის სტრუქტურაში ყველაზე უფრო სუსტ კომპონენტს.

ამასთან, ცემენტის ნაკლები რაოდენობა ამცირებს მის შეკლებადობას, ცვ-  
ვადობას, ზრდის ხანგრძლივობას, კოროზიის მიმართ შედეგობას და დაბლა  
წევს ბეტონის წარმოებისათვის საჭირო ენერჯიის საერთო ხარჯს, რადგან ცე-  
მენტი ბეტონის შედგენილობაში ყველაზე მეტად ენერგოტევადი მასალაა.

ცემენტის მინიმალური ხარჯი ბეტონში შესაძლებელია მიღწეულ იქნეს  
მასალების სწორი არჩევით. კერძოდ, ბეტონის სიმტკიცეიდან გამომდინარე,  
ცემენტის ოპტიმალური მარკის შერჩევით, ბეტონის ნარევის საჭირო ძვრა-  
დობის დადგენით, ქვიშისა და ლორღის ოპტიმალური შეფარდებით, სუფთა და  
გამდიდრებული შემცვსების გამოყენებით, ბეტონის ნარევის სათანადო მოზა-  
დებით და გამკვრივებით, ზედაპირულად აქტიური დანამატების და სუპერპლა-  
სტიფიკატორების გამოყენებით და სხვ. 4.17 ცხრილში ნაჩვენებია ზოგიერ-  
თი ტექნოლოგიური საშუალების გავლენა ცემენტის ხარჯზე. შედარებისათვის  
მიღებულია: ბეტონის საშუალო სიმტკიცე 300 კგ/სმ<sup>2</sup>, ნარევის კონუსის  
ჯდომის სიდიდე 5 სმ, ცემენტის მარკა M-400 და შემცვსების მაქსიმალუ-  
რი სიდიდე 10 მმ. ცემენტის ნორმალური ხარჯი 350 კგ/მ<sup>3</sup>-ის ტოლია.

ც ხ რ ი ლ ი 4.17

ცემენტის ხარჯის შემცირება სხვადასხვა ტექნოლოგიური  
საშუალებებით

№	ტექნიკური საშუალება	ცემენტის ხარჯის ფარდობითი შემცირე- ბა ბეტონის საკონტროლო ნიმუშებთან შედარებით, %-ობით
1.	ცემენტის აქტიურობის გაზრდა (600 მარკამდე)	24
2.	ლორღის სიდიდის გაზრდა 40 მმ-მდე	15
3.	სუპერპლასტიფიკატორის გამოყენება	25
4.	ნარევის სიხისტის გაზ- რდა. 20 ს-მდე	20

სხვადასხვა ტექნოლოგიურ საშუალებათა ერთდროული გამოყენება კიდევ  
უფრო დიდ შედეგს იძლევა. ცემენტის ეკონომიის საქმეში, ასე, მაგალითად,  
ცემენტის მარკის გაზრდა 600-მდე ნარევის სიხისტის გაზრდასთან ერთად  
საშუალებას იძლევა შევამჯიროთ ცემენტის რაოდენობა თიქმის 39 %-ით,  
ხოლო ამასთანავე, თუ დავუმატებთ სუპერპლასტიფიკატორს და ლორღის სიდი-  
დეს გავზრდით 40 მმ-მდე, ცემენტის ხარჯი 52 %-ით შემცირდება.

#### 4.4. ბეტონის ნარევის დაშლადება, გადაზიდვა და მიწოდება

ბეტონის ნარევის დაშლადებისას ძირითადი ტექნოლოგიური ამოცანაა მომზადებული ნარევის მახასიათებლების დამახვევა მოცემული შედგენილობების მიმართ. ამ ამოცანის გადაწყვეტა შესაძლებელია იმ შემთხვევაში, თუ გამოიყენებთ მაღალი ხარისხის კომპონენტებს, ზუსტად დაცვივებთ მათ ღირებულებას და მხედველობაში მივიღებთ შემვსების ტენიანობას.

ბეტონის ნარევი უნდა მომზადდეს სარაიონო ან ცენტრალურ სასაქონლო ბეტონის ქარხნებში ან მოხმარების ადგილთან უშუალოდ ახლოს განლაგებულ ბეტონსაზელ დანადგარებზე.

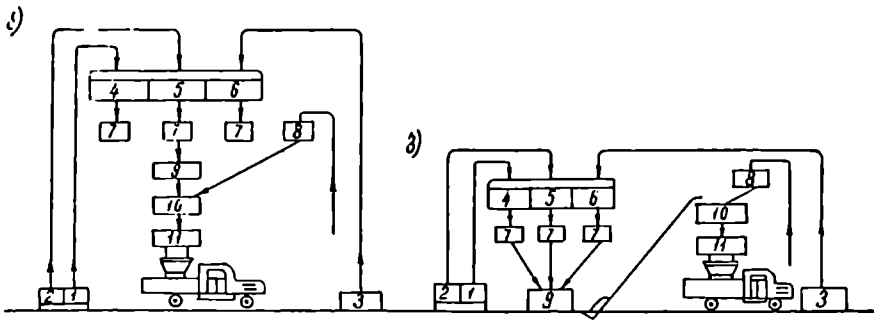
რაციონულ ბეტონის ქარხნებში შეიძლება ასევე დაშლადეს მშრალი ბეტონის ნარევი, რომელიც წარმოადგენს წყლის გარეშე სათანადოდ ღირებულ ყველა კომპონენტისაგან შემდგარ ნარევს. ამ შემთხვევაში სპეციალურ ტარაში მოთავსებული ნარევი ჩვეულებრივი ავტომანქანით მიიტანება მოხმარების ადგილზე და გადაშლადება მშენებლობაზე არსებულ ბეტონის მოსაშლადებელ დანადგარებზე ან ტრანსპორტირებისას ავტობეტონსაზელში.

იმ შემთხვევაში, თუ ბეტონის ხარჯი ძველი არ აღემატება I,5 ათას მ<sup>3</sup> და მშენებლობის რაიონში არაა ბეტონის ქარხანა, გამოიყენება ინვენტარული ბეტონსაზელი დანადგარები. როგორც წესი, ასეთი დანადგარები უნდა აღჭურვოს სათანადო მოწყობილობებით ბეტონის ნარევიში შემავალი კომპონენტების ზუსტი ღირებულებისათვის.

მომზადების წესის მიხედვით არჩევენ ციკლური (პორციულ) და უწყვეტი მოქმედების ქარხნებს და დანადგარებს, რომლებიც, შესაბამისად, დაკომპლექტებულია ციკლური ან უწყვეტი მოქმედების ბეტონსაზელებით. უწყვეტი მოქმედების ქარხნები და დანადგარები უფრო ეფექტურია დიდი მოულობის სამუშაოთა დროს და ბეტონის ნარევის შეუწყვეტელი დაგების შემთხვევაში. მაგალითად, პიდროტექნიკური ნაგებობის დაბეტონებისათვის და ა.შ. ბეტონსარევი მანქანებში კომპონენტების მიწოდების ერთ-და ორსაფეხურიანი ტექნოლოგიური სქემებია ცნობილი (ნახ. 4.3).

ყველა საჭირო მასალას ერთდროულად აწვდიან მაღალ სარტულზე განლაგებულ სახარჯო ბუნკერებს და შემდეგ ღობატორების საშუალებით ყრიან შემკრებ ბუნკერში. შუა ნარევის გატემა წარმოებს სარიგებელი ბუნკერით. ბეტონსაზელ ქარხანაში ყველა პროცესი მექანიზებული და ავტომატიზებულია. უახლეს ქარხანა-ავტომატებში ტექნოლოგიური პროცესის რეგულირება ელექტროგამომწველი მანქანებით ხდება.

ერთსაფეხურიანი სქემის შემთხვევაში მასალას აწვდიან მაგროვებელ ბუნკერს და შემდეგ ღობატორების სისტემის საშუალებითა და საკუთარი მასის მოქმედებით (გრაფიტაციის პრინციპი) ისინი იყრება ბეტონსაზელ მან-



ნახ. 4.3. ბეტონსაზელი დანადგარის სქემა

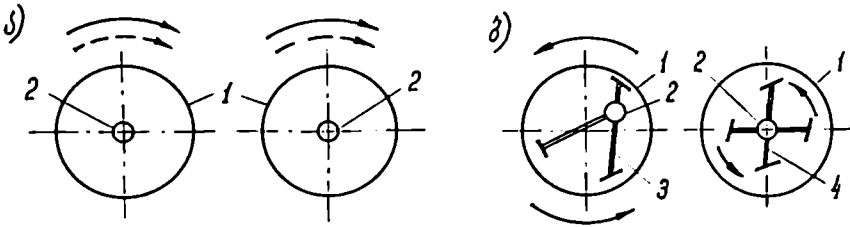
- ა - ერთსაფეხურიანი; ბ - ორსაფეხურიანი.
- 1-3 - ლორის, ქვიშის, ცემენტის საწყობი; 4-6-ლორის, ქვიშის, ცემენტის სახარჯო ბუნკერები; 7 - დოზატორები; 8 - წყლის დოზატორი; 9 - შემკრების ბუნკერი ან ჩამჩა; 10 - ბეტონსაზელი; 11 - სარიგებელი ბუნკერი, 12 - სკიპური საწვევლას ჩამჩა.

ქანებში. ეს პრინციპი აადვილებს ბეტონის ნარევის დაზღადების ავტომატიზების პროცესს: ორსაფეხურიანი სქემის დროს კი მასალები ორჯერ ააქვთ სიმაღლეზე. ერთსაფეხურიანი ქარხნები უფრო კომპაქტურებია, მაგრამ აქვთ დიდი სიმაღლე (20-30 მ), რაც აძნელებს მათს მონტაჟს. ამიტომ მათი გამოყენება რეკომენდებულია იმ შემთხვევაში, თუ ბეტონის ხარჯი აღემატება 25-35 მ<sup>3</sup>/სთ-ში.

ბეტონის ნარევის ყველა კომპონენტის დოზირება ხდება მასის მიხედვით. დასაშვები გადახვევა ცემენტისა და წყლისათვის არ უნდა აღემატებოდეს  $\pm 1\%$ -ს, ხოლო შემესვებისათვის  $\pm 2\%$ -ს. სათანადო ცვლივით დამტკიცებულია, რომ ბეტონის ნარევის დაზღადებისას, თუ არ აღრიცხავენ შემესვების ტენიანობას, ასევე, თუ მხედველობაში არ მიიღებენ მის სიდიდეს, შესაძლებელია საგრძნობი გადახრები ბეტონის ნომინალური მახასიათებლებიდან (სიმტკიცე 15 %-მდე, ძვრადობა თითქმის 3-ჯერ და ა.შ.). ამიტომ ბეტონის თანამედროვე ქარხნებში და დანადგარებზე გამოიყენება ბეტონის ქარხნის მართვის ე.წ. სტანდარტული სადგურები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ნარევის დოზირების პროცესის ავტომატიზებას. ეს სისტემა, რომელსაც ელექტროგამომივლელი მანქანა მართავს, ითვალისწინებს წყლის რაოდენობის ავტომატურ კორექტირებას შემესვების ტენიანობის სიდიდის მიხედვით.

ბეტონის ნარევის დასაზღაფრებლად გამოიყენება ბეტონსაზღელი მანქანები, რომლებშიც ნარევის შემადგენელი კომპონენტების არევა ხდება თავისუფალი ვარდნის (გრავიტაციული მოქმედების მანქანები) ან იძულებითი არევის პრინციპით (ნახ. 4.4).

იძულებითი არევის პრინციპით მომუშავე ბეტონსარევეები უფრო ეფექტურია, რადგან ისინი უზრუნველყოფენ ბეტონის ნარევის მაღალ ერთგვაროვნებას. განსაკუთრებით ეფექტურია მათი გამოყენება ხისტი ბეტონის ნარევისა და ფორიან შემცველებზე ბეტონების დასაზღაფრებლად.



ნახ. 4.4. ბეტონსაზღელი მანქანის მუშაობის პრინციპული სქემა

- ა - გრავიტაციული მოქმედების; ბ - იძულებითი მოქმედების;  
 — — დოლის მოძრაობის მიმართულება ბეტონის ნარევის არევის დროს; — — იგივე დაცლის დროს.  
 1 - დოლი; 2-ღერძი; 3-შენიკი; 4-ფრთა.

ბეტონის ნარევის მიტანა ბეტონსაზღელი დანადგარიდან ბეტონის ჩასხმის ადგილამდე შეიცავს სატრანსპორტო და დატვირთვა-განტვირთვის ოპერაციებს. ბეტონის ნარევის მიტანა გამოყენების ადგილამდე იმის მიხედვით, თუ სადაა მოთავსებული ბეტონსარევი, ხდება ორ ეტაპად: პირველ ეტაპზე ბეტონის ნარევი გადააქვთ შორიზონტალური ტრანსპორტით; მეორე ეტაპზე კი მას აწვდიან როგორც ვერტიკალური, ისე შორიზონტალური გადაადგილებით. თუ ბეტონსარევი მშენებარე ობიექტთანაა, მაშინ ნარევის აწვდიან უშუალოდ გამოყენების ადგილზე ერთ ეტაპად.

ბეტონის ნარევის გადაზიდვის დროს ძირითად ტექნოლოგიურ პირობას წარმოადგენს მისი ერთგვაროვნობისა და ჩაგებისათვის საჭირო ძვრადობის თვისების შენარჩუნება. ამასთან, მხედველობაშია მისაღები ის გარემოება, რომ, თუ გადაზიდვის ან განტვირთვის დროს ინტენსიურ რყევას აქვს ადგილი, მსხვილი შემცველები იწვევს დაბლა, ხოლო ცემენტის რძე და ხსნარი

ამოტივტივდება. ამით ბეტონის ნარევი კარგავს ერთგვარონობას. ამავე დროს მხედველობაშია მისაღები ისიც, რომ ბეტონის ნარევის ხარისხი დამოკიდებულია გარემოს ტემპერატურაზე. ამიტომ გადაზიდვის საერთო დრო არ უნდა აღემატებოდეს ცემენტის შეკვრის დროს (1-1,5 სთ-ს), ცხელი ამინდის შემთხვევაში კი გადაზიდვის დრო უნდა იყოს მინიმალური, არა უმეტესი 60 წუთისა.

ბეტონის ნარევი ძირითადად გადააქვთ საავტომობილო ტრანსპორტით; ავტოთვიმცვლელებით, ავტობეტონშიდებით, ავტობეტონსაზღვლებით და ე.წ. სპეციალური ტევადობებით. თუ ბეტონის ნარევი მოთავსებულია ტარაში (ბადია, კონტეინერი, სპეციალური ბუნკერი და სხვ.), მაშინ მისი გადაზიდვა დასაშვებია ბორტიანი ავტომანქანებით. ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირების წესი უნდა შეირჩეს ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების საფუძველზე.

სამამულო პრაქტიკაში ბეტონის ნარევის თითქმის 80 % გადაზიდება ავტოთვიმცვლელების საშუალებით. მათი გამოყენება გამართლებულია, როცა საქმე გვაქვს ბეტონის სამუშაოთა დიდ მოცულობასთან და გადაზიდვის მანძილი არ აღემატება 10-15 კმ-ს. ამასთან, ავტოთვიმცვლელებით გადაზიდვის დროს, როგორც წესი, გზაში იკარგება ნარევის 2-3 %, ადგილი აქვს ბეტონის განშრევაებას და ატმოსფერული ნალექების ზემოქმედების გამო ხარისხის გაუარესებას. გარდა ამისა, ავტოთვიმცვლელის ექსპლუატაცია ცივი ამინდის დროს შეზღუდულია და დაკავშირებულია ხელის დიდ შრომასთან მიწებებული ნარევიდან ავტომობილის ძარის გაწმენდის გამო. ნარევის გადმოტვირთვის გაიოლების მიზნით ბეტონის გადასაზიდი ავტოთვიმცვლელების ძარის ბორტი უნდა ამალდეს, ძარის უკანა ბორტზე მოეწყოს რეზინის მამჭიდრობელი და ძარაზე დაიდგას ვიბრატორები.

ბეტონის ნარევის გადასაზიდად ძალზე მოსახერხებელი და ტექნოლოგიურია ე.წ. ავტომცვლელი-ბეტონსაზიდი. იგი განსხვავდება ჩვეულებრივი ავტოთვიმცვლელისაგან იმით, რომ აქვს სპეციალური, დახურული ასაყირავებელი ძარა, რომელიც ნარევს ინახავს სიცივის, სუსხის, ატმოსფერული ნალექებისა და განშრევადობისგან.

ზოგიერთი ავტობეტონსაზიდის ძარას აქვს აწევის დიდი კუბზე და სამშობრივი განტვირთვის საშუალება. ავტობეტონსაზიდი ბეტონის გადაზიდვის მანძილი იზრდება 30-40 კმ-მდე.

ავტობეტონსაზიდი წარმოადგენს ბეტონის საზედ დოლს, რომელიც დამონტაჟებულია ავტომობილის ან ნახევრად მისამბელის შასიზე. ბეტონსაზიდი დოლი მოძრაობაში მოყავს ავტომობილის ძრავას. ავტობეტონსაზიელს ტვირთავენ მკაცრად დოზირებული კომპონენტებისაგან შემდგარი მშრალი ნარევით. გზაში მოძრაობის დროს დოლში წყალი მიეწოდება წყლის ავზიდან. როგორც წესი, წყლის დასხმას და არევას იწყებენ დანიშნულების პუნქტთან მისვლამდე 5-

10 წუთით ადრე. ბეტონის ნარევის გადაზიდვა ბეტონსაზღველით ხდება 60-70 კმ მანძილზე.

სსრ კავშირში აშხადებენ მძლავრ ავტობეტონსაზღვე მანქანებს, რომელთა საზღვი დოლის მოცულობაა 9 მ<sup>3</sup>. იგი იდგმება სპეციალურ ნახევარმისაბმე-ლებზე.

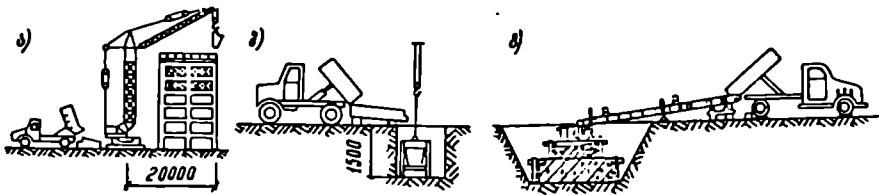
ბეტონის ნარევის გადაზიდვის ხერხის არჩევის დროს მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ის გარემოება, რომ ავტობეტონსაზღვი წარმოადგენს მძიმე მანქანას, რომლის მასა 20 ტ და მეტია. ამიტომ მათთვის საჭიროა სათანადო სიმტკიცის საფარის მქონე გზები.

ავტოთვიმცვლელებს, ავტობეტონსაზღვიებს და ავტობეტონსაზღვე მანქანებს ცლიან უშუალოდ დასაბეტონებელი კონსტრუქციის ყალიბში, ბადიაში, გადასატან ბუნკერში ან სხვა სახის ტარაში, რომლებიც, ამწის საშუალებით გადააქვთ დაბეტონების ზონაში; ბეტონსატუმბის მისაღებ ბუნკერებში ან პნეუმოტრანსპორტის დანადგარებში.

საძირკვლის დაბეტონების დროს ნარევის განტვირთვა ხდება ვიბრომკვებავში, ხოლო შემდეგ ვიბროლარის ან ვიბროხორთუმის საშუალებით ასხამენ უშუალოდ ყალიბში.

დედამიწიდან მაღლა მდებარე ნაგებობის დაბეტონებისას ბეტონის ნარევის განტვირთვა ხდება ბუნკერებში ან მოსაბრუნებელ ბადიებში. ბუნკერები იტვირთება ესტაკადიდან. ბუნკერის ან რამდენიმე ერთმანეთთან მიდგმული მოსაბრუნებელი ბადიის მოცულობა მეტი უნდა იყოს ავტოთვიმცვლელის ძარის, ავტობეტონსაზღვიდის დოლის ან ავტობეტონსაზღვის მოცულობაზე.

ბადიით ბეტონის ნარევის მიწოდება დაწყობის ადგილზე ხორციელდება ამწის საშუალებით. სამრეწველო შენებლობაში იყენებენ 0,3; 0,6; და 0,8 მ<sup>3</sup> მოცულობის ბადიებს (ნახ. 4.5).



ნახ. 4.5. ბეტონის ნარევის მიწოდების სქემა

ა - მიწოდება კომპლური ამწის საშუალებით (მრავალსართულიანი სახლის შენებლობისას); ბ - ბეტონის ნარევის გადატვირთვა ვიბრომკვებავში; გ - მიწოდება ვიბროსატრანსპორტო მოწყობილობის საშუალებით.

მიწისზედა კონსტრუქციების დაბეტონებისას ბეტონის ნარევის აწვდიან ისრიანი ანდა კოშკური ამწეებით, ან სხვადასხვა სახის საწვეველათ. ნარევის ატანის შემდეგ, ურეების საშუალებით გადააქვთ იგი უშუალოდ ჩაგების ადგილზე. უფრო მოსახერხებელია ბეტონის ნარევის ამწით მიწოდება მისი ჩაგების ადგილზე.

ლენტურ კონვეიერებს იყენებენ გრძელი მასიური კონსტრუქციების აგების დროს. მათი გამოყენება განსაკუთრებით ეფექტურია უწყვეტი მოქმედების ბეტონსახელ მანქანებთან ერთად. ეკონომიურად გამართლებულია ბეტონის 1500 მ-მდე გადატანა კონვეიერის საშუალებით. ბეტონის ნარევის განშრევადობის და გზაში დანაკარგების თავიდან ასაცილებლად კონვეიერის ლენტის სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 1 მ/წ-ში. თუ ნარევის კონუსის დაჯდომის სიდიდე 4-5 სმ-მდეა, მაშინ ნარევის ატანის ქანობი დასაშვებია არა უმეტეს  $18^\circ$ , ხოლო დაშვების შემხვევებაში  $12^\circ$ . ატმოსფერული ნალექების გავლენის თავიდან ასაცილებლად, კონვეიერებს თავზე უკეთებენ საჩხებს.

მილსადენები გამოიყენება ბეტონის ნარევის გადასატანად უშუალოდ შენებარე ობიექტზე. ამ სახის ტრანსპორტის დადებითი თვისებაა ის, რომ მისი საშუალებით საშენებლო მოედანზე განლაგებული ბეტონის კვანძებიდან ან ბეტონის განტვირთვის ადგილიდან ბეტონის ნარევის აწვდიან შენებარე ნაგებობის ნებისმიერ ადგილზე.

საერთოდ, ბეტონის ნარევი ადვილად გადასატუმბია, თუ იგი მიღებში ტრანსპორტირების დროს არ კარგავს სიბლანტეს და ერთგვარონობას, ხოლო მილსადენებში არ წარმოიქმნება საცობები. ეს რომ არ მოხდეს, მასში შეგვყავს პლასტიფიკატორები ან ბეტონს გამზადებთ პლასტიფიცირებული ცემენტისაგან. ასეთი ცემენტის გადასატანად იხმარება მილსადენები.

ბეტონის ნარევის გადატანა მილსადენებით წარმოებს ბეტონსატუმბის ან პნევმოსაჭირხნის საშუალებით.

ბეტონსატუმბი მუშაობის ხასიათის მიხედვით არის პეროფული და უწყვეტი მოქმედების, ძრავას სახის მიხედვით კი - მექანიკური და ჰიდრაულიკური. ბეტონსატუმბი მოწყობილობის საშუალებით შესაძლებელია ბეტონის ნარევის მიწოდება 100-120 მ სიმაღლეზე.

ჰიდრაულიკური ამძრავით აღჭურვილი თანამედროვე კონსტრუქციის ბეტონსატუმბი მოწყობილობები უზრუნველყოფენ 8-12 სმ კონუსის ჯდომის მქონე, 5-30 მმ ფრაქციის შემცველებზე დაზაადებული ბეტონის ნარევის საიმედო გადატუმბვას.

გაცილებით რთულია ფროვან შემცველებზე დაზაადებული ბეტონის ნარევის გადატუმბვა. ამ შემხვევებაში ბეტონსადენში წარმოშობილი წნევა ზრდის შემცველების მიერ წყლის შთანქმის რაოდენობას, რის გამოც ნარევი კარგავს ძვრადობას და მილსადენში წარმოიქმნება საცობებტ.



ბეტონსადენი დანადგარი აღჭურვილია ლითონის მიღების კომპლექტით. მიღების ერთმანეთთან შეერთება ხორციელდება ადვილად ხსნადი ბერკეტული მოჭერებით.

ბეტონსადენის მრუდწირული მილის რგოლების კუთხე შეადგენს 90, 45 და 30°. ღორღის 30 მმ-მდე სიდიდის დროს მილის შიგა დიამეტრი არ უნდა იყოს 75-100 მმ-ზე მეტი. ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირებამდე მილსადენს ზედავენ, მასში ატარებენ კირისგან დაზნადებულ ცომს ან ცემენტის ხსნარს. დაბეტონების დამთავრებისთანავე ბეტონსადენს წყლით რეცხავენ და მასში ატარებენ ელასტიკურ დასატენს.

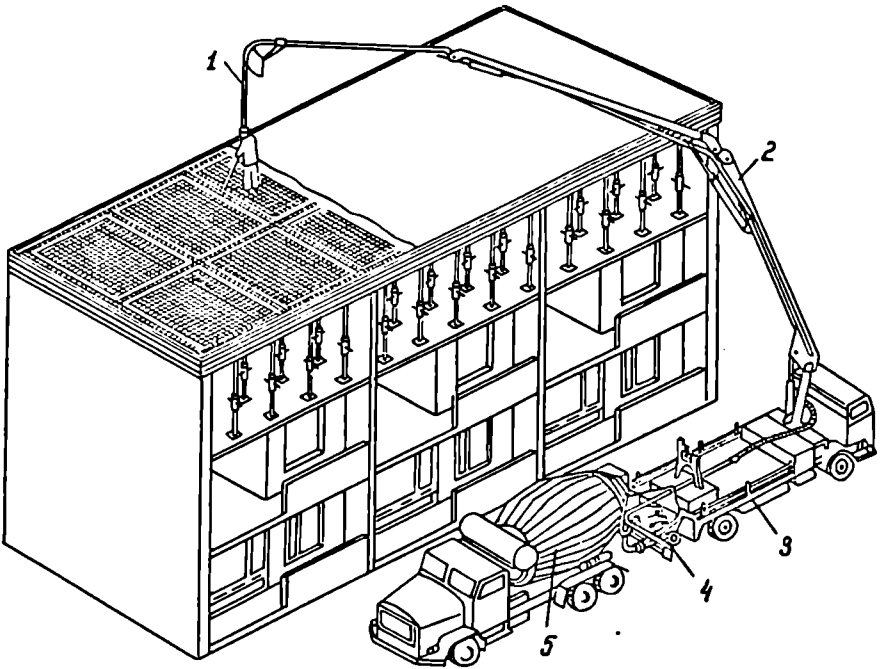
მუშაობის პერიოდში 30 წმ-მდე შესვენების შემთხვევაში, მილსადენებში საცობების წარმოშობის თავიდან ასაცილებლად, ბეტონის ნარევს აქტიურებენ ბეტონსატუმში დანადგარის პერიოდული ჩარევით, თუ შესვენება I სთ და მეტხანს გრძელდება, მაშინ ბეტონსადენებს მილიანად ათავისუფლებენ ნარევისაგან.

ამჟამად მშენებლობაში გამოიყენება მობილური ბეტონსატუმები დანადგარები, რომლებიც დამონტაჟებულია სპეციალურ მისაბმელებზე. ავტობეტონსატუმს, რომელიც გაწყობილია სპეციალური, სამი სახსრისაგან შემდგარი ისრით, შეუძლია ბეტონის ნარევი მიწაქვეშ 23 მ სიმაღლემდე, ჰორიზონტალური მიმართულებით კი 27 მ მანძილზე. ავტობეტონსატუმით ბეტონის ნარევის ჩაგება შესაძლებელია 4-5-სართულიანი სახლის ნებისმიერ წერტილში (ნახ.4.6).

პნევმოსაჭირხნი, ანუ პნევმოსატრანსპორტო დანადგარები, მშენებლობაში გამოიყენება ბეტონის ნარევის მისაწოდებლად მშენებარე ნაგებობის ძველად მისადგომ ადგილებში, გვირაბების მოპირკეთებისას, პირაპირების ამოცხებისას და ა.შ. სამამულო გამოშვების პნევმოსაჭირხნი მანქანების მოცულობა 400 და 800 ლ ბეტონის ნარევს შეადგენს, ხოლო მწარმოებლურობა კი - 10 და 20 მ<sup>3</sup>/სთ. მათ შეუძლიათ ბეტონის ნარევის მიწოდება 35 მ სიმაღლემდე, ჰორიზონტალური მიმართულებით კი - 200 მ-მდე. პნევმოსაჭირხნი შედგება შედუღებული რეზერვუარისაგან, რომლის ზედა ნაწილში მოთავსებულია დასატვირთი ძაბრი ჰერმეტიკული საკეტი. დაბლა ნაწილში მოთავსებულია ხახა, რომელთანაც შეერთებულია ბეტონსადენი. ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირების ამ წესის გამოყენება მიზანშეწონილია შეზღუდულ პირობებში მყოფი მცირედ დაარმატურებული კონსტრუქციების დაბეტონების დროს, როცა ბეტონის ნარევის გამკვრივება ვიბრატორით გაძნელებულია.

#### 4.5<sup>ა</sup> ბეტონის ნარევის ჩაგება და გამკვრივება

მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციის აგების ერთ-ერთი ყველაზე პასუხსაგები პროცესია ბეტონის ნარევის ყალიბში ჩაგება და გამ-



ნახ. 4.6. გადახურვის დაბეტონება მანაწილებელი ისრით  
 აღჭურვილი ავტობეტონსატუმბის საშუალებით.

1 - ბეტონსადენი კიდური სახელო; 2 - სამსექციანი გამანაწი-  
 ლებელი ისარი ბეტონსადენით; 3 - ავტობეტონსატუმბი; 4 - მი-  
 სალები ბუნკერი; 5 - ავტობეტონსაზელი.

კვრივება. ამ პროცესს კონსტრუქციის დაბეტონება ეწოდება. იმაზე, თუ რო-  
 გორ დავიცავთ დაბეტონების დროს სამუშაოთა წარმოების ნორმალურ მოთხოვ-  
 ნებს, ბევრადაა დამოკიდებული ასაგები კონსტრუქციის ხარისხი.

ბეტონის ნარევის ჩაგების დაწყებამდე უნდა შემოწმდეს ყალიბის, არმა-  
 ტურის და ჩასაყოლებელი დეტალების პროექტთან შესაბამისობა. შემოწმების  
 შედეგი უნდა გაფორმდეს ფარული სამუშაოების შესრულების აქტით. დაბეტო-  
 ნების წინ ყალიბს ასუფთავებენ საშენებლო ნაგვისაგან, ხის ყალიბის ზე-  
 დაპირს წყლით ასველებენ და არსებულ ღრეჩოებს ამოქოლავენ. არმატურის

ზედაპირს წმენდენ ჭუჭყისა და ქანჯისაგან.

დაბეტონების დროს ავსებენ ე.წ. „ბეტონის სამუშაოთა ურნალს“, რომელშიც ყოველ ცვლაში იწერება თარიღი, ბეტონის ნარევის თვისებები, შესრულებულ სამუშაოთა მოცულობა, ბეტონის საკონტროლო ნიმუშების რაოდენობა და მათი დაშვადების თარიღი, გარე ჰაერის, ზამთარში კი ჩაგებისას ბეტონის ნარევის ტემპერატურაც.

დაბეტონების დროს ძირითადი მოთხოვნაა ბეტონის ნარევის ფენობრივად ჩაგება საყალიბო ფორმების შევსებით და ყოველი ფენის გამკვრივებით. ბეტონის მონოლითურობის უზრუნველსაყოფად ზედა ფენის ბეტონის ნარევი უნდა ჩაიგოს მანამ, ვიდრე არ დაწყებულია ქვედა ფენის ბეტონის ნარევის შეკვრა. დაბეტონება უნდა მოხდეს შეუწყვეტლად, რომ ნაკერები არ წარმოქმნას. იმ შემთხვევაში, თუ ეს შეუძლებელია, ე.წ. დაბეტონების პროცესი წყვეტადია, გარკვეულ ადგილებში აწყობენ ე.წ. მუშა ნაკერებს.

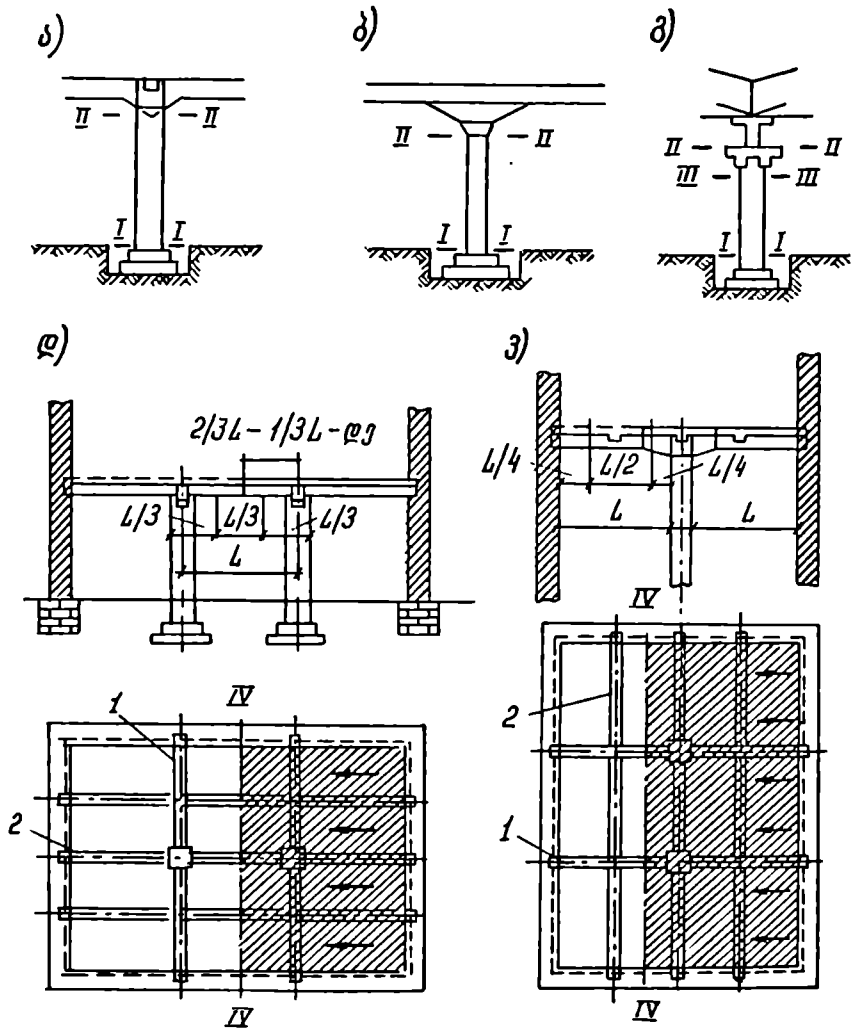
კონსტრუქციული ნაკერებისაგან განსხვავებით, მუშა ნაკერები ტექნოლოგიური ხასიათისაა. ისინი წარმოადგენენ პირაპირის სიბრტყეს ადრე ჩაგებულ გამკვრივებულ და ახალჩაგებულ ბეტონებს შორის.

მუშა ნაკერი ვერტიკალურ ელემენტებში (სვეტი, პილონი) უნდა მოეწყოს პორიზონტალურად, ელემენტის წიბოების პერპენდიკულარულად (ნახ. 4.7ა, ბ, გ). კოჭებში, ზეწრებსა და ფილებში (ნახ. 4.7. დ, ვ) მუშა ნაკერი ეწყობა ვერტიკალურად. დახრილი ნაკერი ასუბტებს კონსტრუქციას, რადგან იგი ემთხვევა მხლეჩი ძაბვების მოქმედების სიბრტყეს.

ნაკერის მოწყობა ჩვეულებრივ ხდება ხის ფიცრებისაგან დაშვადებული ფარის ჩადებით, რომლებშიც მოთავსებულია განაჭრები არმატურისათვის.

დაბეტონების განახლება მაშინაა შესაძლებელი, როცა ადრე ჩაგებული ბეტონი გამყარების ადრეულ სტადიაშია და ინარჩუნებს გარკვეულ ძვრადობას ან უკვე მიიღო საწყისი სიმტკიცე. პირველ შემთხვევაში, ადრეული ბეტონის კრისტალიზაციური სტრუქტურა რომ არ დაზიანდეს, ასევე რომ არ დაირღვეს მისი შეჭიდულობა არმატურასთან, ახალი ბეტონის ჩაგების დროს აუცილებელია თავიდან ავიცილოთ ყალიბის რყევა და პირაპირიდან I მ მანძილზე ვიბრაცია. მეორე შემთხვევაში, როცა ბეტონმა უკვე მიიღო გარკვეული სიმტკიცე (არანაკლები I-I,5 MPa), პირაპირის ზედაპირი დაბეტონდება ჩვეულებრივი წესით. ადრე ჩაგებულს და ახლად ჩასხმულ ბეტონებს შორის შეჭიდულობის გაზრდის მიზნით, პირაპირის სიბრტყეში ბეტონის ზედაპირს აცილებენ სამ მიკრონამდე სისქის კარბონატულ აფსკს, რომელიც წარმოიშობა ნახშირ-ქანგთან ცემენტის მიწერალების ურთიერთქმედებით. შემდეგ ბეტონს აჭედებენ, გულმოდგინედ რეცხავენ ან ასუფთავებენ შეკუმშული ჰაერით და ფარავენ I,5-2 მმ სისქის მაღალი სიმტკიცის ცემენტის ხსნარით.

მასიურ კონსტრუქციებს (დანადგარების ქვეშ განლაგებული მსხვილი საძირკვლების სქელი ფილები და სვეტები), ბეტონის მასის უკეთ გამკვრივე-



ნახ. 4.7. დაბეტონების დროს მუშა ნაკერების განლაგება  
 ა-გ- სვეტებში; დ-დაბეტონება კოჭების პარალელურად; ჰ-იკივე  
 კოჭების პერპენდიკულარულად; I-ზეწარში, 2-კოჭში, I-I; II-II; .  
 III-III; IV-IV - მუშა ნაკერების მოწყობის შესაძლო ადგილები.

ბის მიზნით, ფენებად აბეტონებენ.

სვეტები, კედლები, ტიხრები ბეტონდება იარუსებად. იარუსის ზღვრებში. ბეტონს აგებენ შეუწყვეტლად, იარუსებს შორის კი აწყობენ მუშა ნაკერს. იარუსის სიმაღლე, როგორც წესი, 2-3 მ-ია.

კოჭებში, ზეწრებსა და გადახურვის ფილებში ბეტონის ნარევის ერბდროულად ასხამენ. თუ კოჭის სიმაღლე 800 მმ აღემატება, დასაშვებია მისი ცალკე დაბეტონება. ამ შემთხვევაში დაბეტონების დონე ფილის დონიდან 3-5 სმ-ით დაბლა უნდა იყოს. ფილებში დასაგები ბეტონის ფენის სისქეა 12-25 სმ. თაღების და კამარების დაბეტონება ხდება ქუსლიდან კლტისაკენ ორივე მხრიდან. თუ მალის სიგრძე 15 მ-ზე მეტია, ბეტონის ნარევი ჩაიგება ზოლებად, გრძივი ლერძის ბარალელებად. ზოლებს შორის დარჩენილ მანძილს ბეტონით ავსებენ 5-7 დღის შემდეგ.

იატაკისათვის ბეტონის ნარევის აგებენ ფართო ზოლებად შუქურა ფიცრებს შორის მთელ სიმაღლეზე.

ბეტონის ნარევის გამკვრივების ძირითად საშუალებას წარმოადგენს მისი ვიბრირება ჩაგების პროცესში. სუსტად გამკვრივებულ ბეტონის ნარევი დიდი რაოდენობითაა შაერი. ასე, მაგალითად, ხისტი კონსისტენციის ნარევი შაერის მოცულობა 40-45 %-ს აღწევს; პლასტიკური - 10-15 %-ს. გამოდის, რომ შაერის ყოველი % ნარევიში ბეტონის სიმტკიცეს 3-5 %-ით ამცირებს.

ბეტონის ნარევის ვიბრირების დროს მასზე ზემოქმედებენ ხშირი იძულებითი რხევებით (იმპულსებით). ამ რხევების მოქმედებით ნარევი მყოფი შაერი განიდევენება და შემდეგინი ნაწილაკები უფრო კომპაქტურად ეწყობა. ასეთი წესით მიღებული ბეტონი უფრო მჭიდროა, გამოირჩევა მაღალი ყინვა-მედეგობით, წყალგაუმტარობით და მტკიცე სტრუქტურით. წყლის ზედმეტი რაოდენობა იწვევს ბეტონის ნარევის განშრევებას. ამიტომ ვიბრირებული ბეტონის ნარევის კონუსის დაჯდომის სიდიდე 8 სმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს, ასევე განშრევება შეიძლება გამოიწვიოს ხანგრძლივმა ვიბრირებამ.

ბეტონის ნარევის გამკვრივების ეფექტი დამოკიდებულია როგორც რხევითა სიხშირესა და ამპლიტუდაზე, ისე ვიბრაციის ხანგრძლივობაზე. სიხშირის მიხედვით ვიბრაცია იყოფა შემდეგ სახეებად: ა) დაბალი სიხშირის (რხევის სიხშირე წუთში 3500-მდე, ამპლიტუდა 3 მმ-მდე), ბ) საშუალო სიხშირის (რხევის სიხშირეა 3500-9000 წუთში, ამპლიტუდა 1,5 მმ-მდე) და გ) მაღალი სიხშირის (რხევის სიხშირეა 10-20 ათასი წუთში, ამპლიტუდა 0,1 ÷ 1 მმ).

მაღალი სიხშირის ვიბრაცია საშუალებას იძლევა შემცირდეს ვიბრაციის საჭირო სიმძლავრე და ვიბრირების დრო. მაღალი სიხშირის ვიბრირება განსაკუთრებით ეფექტურია თხელკედლიანი სქლად დაარმატურებული კონსტრუქციების დაბეტონებისას წვრილი ფრაქციის შემცლებისაგან შემდგარი ბეტონის

ნარევიმ.

ციბრატორები ორი სახისაა: ბნევმატიკური და ელექტრომექანიკური. შვენიებლობაში უფრო გავრცელებულია ელექტრომექანიკური ციბრატორები, რომლებშიც ციბრაცია წარმოიშობა გაუწონასწორებელი მასის სწრაფად ბრუნვის გამო.

იმის მიხედვით, თუ როგორი წესით მოქმედებს ციბრატორი ბეტონის ნარევეზე მისი გამკვრივების დროს, არჩევენ შემდეგ სახეებს: სიღრმის, გარე და ზედაპირულს.

სიღრმულ ციბრატორებს იყენებენ მასივების, საძირკვლების, სვეტების, ზეწრების და კოჭების დაბეტონებისას. მათ აქვთ სხვადასხვა კონსტრუქციული გაფორმება.

მცირედ და საშუალოდ დაარმატურებული კონსტრუქციების დასაბეტონებლად, როცა არმატურის ღეროებს შორის მანძილი 100-300 მმ ფარგლებშია, იყენებენ სიღრმის ციბრატორს, რომლის კორპუსში ჩაშენებულია ციბროგურზა ძრავა.

თხელ და სქლად დაარმატურებულ კონსტრუქციებში, როცა მანძილი არმატურის ღეროებს შორის 100 მმ-ზე მეტი არ არის, ნარევის გასამკვრივებლად იყენებენ სიღრმის ციბრატორებს მოქნილი ლიღვით.

მსხვილ მასივებსა და საძირკვლებში ბეტონის ნარევის გასამკვრივებლად მიზანშეწონილია უფრო მძლავრი, ამწის კაცვზე ჩამოკიდებული სიღრმული ციბრატორების გამოყენება.

ბეტონის ნარევის სიღრმული ციბრატორით გამკვრივების დროს გასამკვრივებელი ფენის სისქე არ უნდა აღემატებოდეს ციბრატორის მუშა ნაწილის სიგრძის I, 25- ციბრატორის გადაადგმის ბიჯი ციბრატორის მოქმედების რადიუსს არ უნდა აღემატებოდეს I, 5-ჯერ, სიღრმული ციბრატორის ძირითადი ტიპები და მახასიათებლები მოყვანილია 4.18 ცხრილში.

ზედაპირული ციბრატორები წარმოადგენს ლითონის ბაქანს, რომელზეც დაყენებულია ციბრაციული მოწყობილობა ან ციბროლარტყა: ამ სახის ციბრატორები გამოიყენება გადახურვის ფილების, იატაკის, გზების და ა.შ. დასაბეტონებლად.

ზედაპირული ციბრატორებით ბეტონის ნარევის ამკვრივებენ ზოლებად, რომელთა სიგანე ციბრატორის ბაქნის სიგანის ტოლია. ყოველმა შემდეგმა ზოლმა უნდა გადაფაროს წინამდებარე 15-20 სმ-ით. ბეტონის ფენის მაქსიმალური სისქე, რომლის დროსაც ეფექტურად გამოიყენება ზედაპირული ციბრატორები, ერთრიგე დაარმატურების დროს უნდა იყოს 200 მმ-მდე, ხოლო ორრიგე დაარმატურების დროს 120 მმ-მდე.

ციბროგურზი (ВНГРОДУЛБВВ) - სიღრმის ციბრატორის მუშა ორგანო, რომლის საშუალებითაც ხდება ყალიბში ჩაგებული ბეტონის ნარევის ციბრირება.

სიღრმული ციბრატორის მახასიათებლები-

მაჩვენებელი	ციბრატორის ტიპი					
	ჩაშენებული ელექტრო- ძრავით			მოქნილი ლიფით		
	ИВ-79	ИВ-80	ИВ-59	ИВ-66	ИВ-67	ИВ-47
ციბრობუნეის ზომები, მმ:						
დიამეტრი	75	100	114	38	51	76
სიგრძე	550		420	360	410	440
სიმძლავრე, კვტ	0,8	1,5	0,6	0,8	0,8	0,8
დაბალანსების მაქსიმალური მომენტი	0,041	0,076	0,13	0,0034	0,002	0,035
სიხშირე, ჰერცი	185	185	96	333	266	166
საერთო მასა, კგ	15	21	22	39	46	57

გზის საფარის ან ორმაგი არმატურის ბადით დაარმატრებული ხისტი ბეტონის ნარევით ფენილების დაბეტონების დროს გამოიყენება მძიმე კიდული ციბროლარტყა.

მსუბუქი ზედაპირული ციბრატორები გათვალისწინებულია 10-20 სმ სისქის ბეტონის ნარევის დასამუშავებლად. ამ ციბრატორების გადაადგილების სიჩქარეა 0,5-1 მ/წმ-ში.

გარედან მისამაგრებელი ციბრატორები მაგრდება ყალიბზე. მაშ იყენებენ სქლად დაარმატრებული სვეტების და თხილკედლიანი კონსტრუქციების დაბეტონების დროს.

ბეტონის ნარევის გამკვირვება ეფექტური იქნება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ციბრატორი დამაგრებულია ყალიბის ხისტ ელემენტთან. მოქნილ ელემენტზე დამაგრების შემთხვევაში ციბრაცია ქრება.

ბუნკერებზე, ბადიაზე, ბეტონის ნარევის გადასაადგილებლად მოწყობილ ღარებზე დამაგრებული გარე ციბრატორები ასრულებენ აღმძვრელი მოწყობილობის როლს.

ციბრირების დრო უნდა დადგინდეს დაკვირვების საშუალებით. ციბრირების

შეწყვეტა შეიძლება შემდეგ პირობებში: თუ ბეტონის ნარევი აღარ ჯდება ან ბეტონის ზედაპირზე გამოჩნდება ცემენტის რქე და ჰაერის ბუშტები. სიღრმული ვიბრატორებისათვის ვიბრირების ხანგრძლივობა შეადგენს 20-40 ს, ზედაპირულისათვის - 20-60 ს, გარე ვიბრატორისათვის - 60 ს-მდე, მსუბუქი ბეტონის ნარევების გამკვრივება უფრო მეტ გულისხმობს მოითხოვს.

#### 4.6. ბეტონის მოვლა და გამოყვანა განყალიბების შემდეგ

ბეტონის ნარევის ჩაგების შემდეგ დგება დაყოვნების პერიოდი, რომელიც გრძელდება იმ დრომდე, ვიდრე ბეტონი არ მიიღებს საჭირო სიმტკიცეს. დაყოვნების პერიოდში ბეტონს სჭირდება სათანადო მოვლა, რადგან უნდა შეიქმნას პირობები მისი ნორმალური გამყარებისათვის წლის ყველა დროს, ამინდის და ბეტონის თვისებების გათვალისწინებით.

შშრალ ამინდში, 15<sup>0</sup>C და მეტი ტემპერატურის დროს, ბეტონის ზედაპირი სისტემატურად უნდა ინამებოდეს, რაც ხდება ბრანდსპოიტზე დაყენებული საფრქვეველით. პორტლანდცემენტზე დაშაღებული ბეტონები საჭიროა დაინამოს ყოველდღე შეიდი დღე-ღამის განმავლობაში. პირველი სამი დღე ბეტონს ასეველებენ დღისით, ყოველ სამ საათში ერთხელ, და ერთხელ ღამით. წიდა პორტლანდცემენტებზე დაშაღებულ ნაკლებად აქტიურ ბეტონებს რწყავენ 14 დღე-ღამის განმავლობაში, ხოლო მაღალი აქტიურობის თიხა მიწოვანი ცემენტის შემთხვევაში მხოლოდ სამი დღე-ღამის მანძილზე.

ცხელ ამინდში 15<sup>0</sup>C -ზე მეტი ტემპერატურის დროს ბეტონის ღია და განყალიბებული ზედაპირების დაცვა შვისაგან აუცილებელია. ამ მიზნით ისინი უნდა გადაიხუროს წყლის აორთქლების დამცველი აპკით (რაგოჟა, პოლიეთილენი და სხვ.). პერიოდში, ვიდრე ბეტონი მიიღებს არანაკლებ 1,5 MPa სიდიდის სიმტკიცეს, დაბეტონებულ ზედაპირზე ხალხის მოძრაობა და ხარაჩობის დაყენება დაუშვებელია.

კონსტრუქციების ზედაპირის გამოყვანა ითვალისწინებს იმ დეფექტების შესწორებას, რომლებიც აღმოჩნდება განქარგილების შემდეგ. ასეთები შეიძლება იყოს სივარდივების, კავერნების და ფუჭვილების სახით. მათ ზედაპირს გულდასმით წმენდენ და შემდგომ წნევის ქვეშ ავსებენ ბეტონის ნარევი ან ხსნარით. ბეტონის ზედაპირს, კარგი იერის მისაცემად ამუშავენ სილაჭავლური აპარატებით, ხეხავენ და სხვა.

#### 4.7. დაბეტონების სპეციალური მეთოდები

ბეტონის სიმკვრივისა და სიმტკიცის გაზრდა შესაძლებელია ახალჩაგებუ-



ლი ნარევის ვაკუუმირებით. ამისათვის ბეტონიდან ვაკუუმის საშუალებით 10-20 %-ის რაოდენობით აცილებენ ზედმეტ თავისუფალ წყალს, რომელიც საჭირო არაა ცემენტის ჰიდროტაციისათვის. ეს საგრძნობლად აუმჯობესებს ბეტონის ხარისხს და მის ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს. დადგენილია, რომ ვაკუუმირების შემთხვევაში ბეტონის საბოლოო სიმტკიცე 20-25 %-ით იზრდება. ვაკუუმირების პროცესი მდგომარეობს შემდეგში: გადასატანი ვაკუუმ-ფარების საშუალებით ჰაერს აიშვიათებენ. ფარებს დებენ კონსტრუქციის ზედაპირზე და აერთებენ ვაკუუმ-ტუმბოსთან. ბეტონის შიგა ვაკუუმირებისათვის ვაკუუმ-მილებს დებენ ბეტონის ტანში. შესაძლებელია მოყვანილი ამ ორი წესის კომბინაციაც.

10-20 სმ სისქის ფენის დამუშავებისას ვაკუუმირების პროცესი გრძელდება დაახლოებით 1 წთ/სმ.

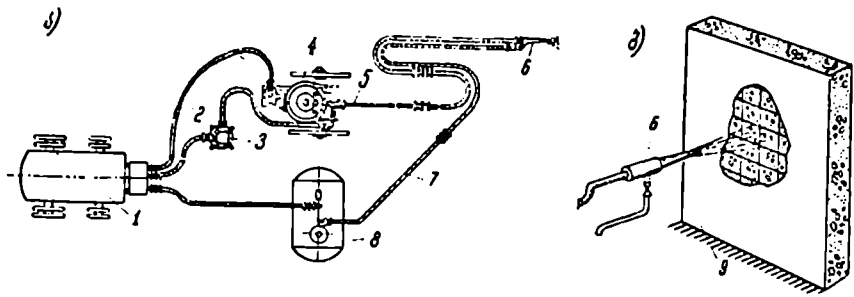
დაბეტონების სპეციალური წესია ტორკრეტირებაც. ასეთ შემთხვევაში გამოიყენება ხისტი ტორკრეტული ნარევეები. ტორკრეტირებას აწარმოებენ ფენებად. ყოველი მომდევნო ფენის დატანება ხდება გარკვეული დროის გასვლის შემდეგ, რათა დასატანებულმა ფენამ არ დაშალოს ადრე დატანებული ბეტონის ფენა. ამასთან ადჰეზიის შემცირების თავიდან ასაცილებლად ეს დრო არ უნდა აღემატებოდეს ცემენტის შეკვრის დროს. არსებობს ტორკრეტირების ორი წესი - შშრალი და ნარევეზე მოშაღებული. პირველ შემთხვევაში შშრალ, სათანადო შედგენილობის ცემენტქვიშის ნარევეს ჩატვირთავენ ცემენტის სატყორცნის რეზერვუარებში. შეკუმშული ჰაერის 0,2-0,4 MPa წნევის ქვეშ ნარევი სახელოთი მიეწოდება საცმს, სადაც ერევა მეორე სახელოთი მოწოდებულ წყალს და 120-140 მ/წ სიჩქარით დაიტანება დასამუშავებელ ზედაპირზე (ნახ. 4.8).

შზა ნარევიტ ტორკრეტირებას აწარმოებენ საცმში წყლის მოუწოდებლად. ეს მეოთხე უფრო მეტი მწარმოებლურობისაა, სამაგიეროდ ზედაპირზე დატანებული ტორკრეტის ფენას ნაკლები სიმტკიცე აქვს.

ტორკრეტირება ფართოდ გამოიყენება რეზერვუარების კედლების სიმკვრივისა და წყალგაუმტარობის გასაზრდელად, ასევე არმოცემენტის გარსების დასაბეტონებლად, კონსტრუქციებში ზედაპირული დეფექტების გასასწორებლად და ა.შ.

დაბეტონების სპეციალურ სახეს მიეკუთვნება ეგრეთ წოდებული ნაშხეფ-ბეტონი, ანუ შპრიცბეტონი. ამ შემთხვევაში იყენებენ ბეტონის ნარევეს წვრილ შემესებზე, სიდიდით 25 მმ-მდე.

ნაშხეფბეტონის დანადგარი წააგავს ცემენტსატყორცნის კონსტრუქციას, მაგრამ მუშაობს უფრო მაღალ წნევაზე - 0,6 MPa. ერთჯერადად დატანებულ ფენის სისქე 10 სმ-მდეა. შპრიცბეტონი გამოიყენება ასაწყობ-მონოლითური და ასაწყობი კონსტრუქციების პირაპირების დასამონოლითებლად. იგი აგრეთვე ეფექტურია მხელკვდიანი გარსების და კონსტრუქციების ასაგებად.



ნახ. 4.8. ბეტონის ტორკრეტირების დანადგარების სქემა.

- 1 - კომპრესორი; 2 - სახელო ჰაერის მისაწოდებლად; 3 - ჰაერ-გამწმენდი; 4 - ცემენტსატყორცნი; 5 - მასალების მისაწოდებელი სახელო; 6 - საცმი; 7 - წყლის მიმწოდებელი სახელო; 8 - წყლის აგზი; 9 - შესაკეთებელი კონსტრუქცია.

მსუბუქი ბეტონების გამოყენების შემთხვევაში დეფექტების გასასწორებლად, ასევე სხვადასხვა სახის საიზოლაციო ამონაგის მისაწოდებლად, იყენებენ ტორკრეტირებას მსუბუქ შემცვლებზე (აგლოპორიტი, კერამიტი, ვერმიკულიტი, შამოთი, ბუნებრივი წარმოშობის წილები და სხვ.). ფროვან შემცვლებზე ტორკრეტ-ბეტონის შედგენილობის შერჩევის დროს მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ის მდგომარეობა, რომ ბეტონის ნარევის შედგენილობა ტორკრეტირების პროცესში განიცდის საგრძნობ ცვლილებას. ამიტომ ბეტონის შედგენილობის დადგენას წინ უნდა უსწრებდეს ნარევის საცდელი დატანება და გამოცდა.

ტორკრეტირების დროს როგორც შშრალი, ისე მოზადებული ნარევის შემთხვევაში იკარგება ნარევის მასის დაახლოებით 10-30 %, რაც გამოწვეულია დატანების პროცესში მისი ასხლტომით დასტუმშავებული ზედაპირიდან. ფროვან შემცვლებზე დაზადებული ნარევის შემთხვევაში დანაკარგი ასხლტომის ხარჯზე 20-30 %-ით ნაკლებია, მსუბუქი შემცვლების დაბალი მოდულის გამო.

#### 4.7.1 კონსტრუქციების აგება წყალქვეშა დაბეტონების მეოლით

წყალქვეშა დაბეტონება დასაშვებია როგორც მტკნარი ისე მინერალურ წყლებში. არსებობს დაბეტონების შემდეგი მეოლები: ვერტიკალური მილის

(BT); დაბეტონება ბუნკერებით; ბეტონის ნარევის ჩატკეპნით; ტომრებში ჩალაგებით.

ვერტიკალური მილის, ანუ ვერტიკალური გადანაცვლების მეოთხით (ვ.გ.მ.) დაბეტონება მიზანშეწონილია მასიურ მონოლითურ ნაგებობებში საშუალო სიმტკიცის ბეტონების ჩაგებისას  $F_1$  5-დან 50 მ-მდე სიღრმეში. ვ.გ.მ. მეოთხით დაბეტონება ორი სახისაა: პირველი, როცა ბეტონის ნარევი მიღებში მოძრაობს და მისი გაფრცვლება დასაბეტონებელ კონსტრუქციებში წარმოებს ნარევის საკუთარი წონის ზეგავლენით, ამას ხელს უწყობს ნარევის მაღალი ძვრადობა და შეკრულობა; მეორე, როცა ბეტონის ნარევი მიღებში მოძრაობს და დასაბეტონებელ კონსტრუქციებში ვრცელდება ვიბრატორების ზეგავლენით, რომლებიც ჩასასხმელი მიღების ქვედა ნაწილში მდებარეობენ. ეს მეოთხე ძირითადად იმ შემთხვევაში გამოიყენება, როცა საჭიროა ბეტონის მაღალი სიმტკიცის და სიმკვრივის უზრუნველყოფა. ბეტონის ნარევის მისაწოდებლად იყენებენ შიგა გლეფი ზედაპირის მქონე 200 მმ და მეტი დიამეტრის ლითონის მილებს. მილები შედგება აველიად დასამაგრებელი და მოსახსნელი ცალკეული რგოლებისაგან, რომელთა სიგრძე I მ-ია. მილებს ზემოთ უკეთდება ლითონის ხისტი ძაბრი ან ბუნკერი ბეტონის ნარევის ჩასასხმელად. მიღების აწვევა და დაშვება, ვერტიკალურ მჯგომარეობაში მათი დამაგრება და პორიზონტალური მიმართულებით მჯგრადობის უზრუნველყოფა ხორციელდება სპეციალური ფიცარნაგის და მიღების დასაკიდი მოწყობილობების საშუალებით. ვერტიკალური გადანაცვლების მეოთხით ბეტონის ნარევის ჩაგებისას აუცილებელია შემდეგი მოთხოვნების დაცვა:

ბეტონის ნარევის ძვრადობა დაბეტონების პროცესში უნდა შეესაბამებოდეს 16-20 სმ კონუსის ჯდომას, ანუ სიხისტეს, რომელიც 3-2 ს-ის ტოლია.

ბეტონის ნარევის ვიბრაციით ჩაგების დროს მისი ძვრადობის მახასიათებელი უნდა შეესაბამებოდეს კონუსის 6-10 სმ ჯდომას ან სიხისტეს, რომელიც 7-5 ს-ის ტოლია.

მსხვილი შემვსების სახით ბეტონის ნარევეში გამოიყენება ხრეში ან ხრეშის ნარევი 30-50 % რაოდენობის ლორღან ერთად. შემვსების ზომა მილის დიამეტრის 0,2-ს ან რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაბეტონებისას არმატურებს შორის მანძილის ნახევარს არ უნდა აღემატებოდეს.

წვრილი შემვსების სახით გამოიყენება მსხვილმარცვლოვანი ქვიშა, რომლის შედგენილობა ბეტონის ნარევეში შემვსების საერთო რაოდენობის ნახევარს უნდა შეადგენდეს.

მილში ბეტონის ან ხსნარის ნარევის მოძრაობის მაქსიმალური სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 0,12 მ/წმ. ნარევის მილში მოძრაობის სიჩქარის შენელება შეიძლება მილის ჩაღრმავებით ახლად ჩაგებულ ბეტონის ნარევეში.

მილის აწვევა ბლოკში ბეტონის დონის აწვევასთან დაკავშირებით უნდა განხორციელდეს თანაბრად; მილის დამოკლებით მის ზემოთა რგოლების მოხს-

ნის ხარჯზე. დაბეტონება ბლოკის (მონაზომი) სიმაღლის ფარგლებში შეუწყვეტლივ უნდა მიმდინარეობდეს. ყოველი მილის მოქმედების რადიუსი უნდა დადგინდეს დასაბეტონებელი კონსტრუქციის (ბლოკის, მონაზომის) კონფიგურაციის მიხედვით, ისე, რომ დასაბეტონებელი მოედანი გადაიფაროს არა უმეტესი 6 მ-სა. ვიბრაციის გამოყენების შემთხვევაში მილის მოქმედების რადიუსი ვიბრაციის მოქმედების რადიუსის ტოლი უნდა იყოს, მაგრამ არა უმეტესი 3 მ-სა.

ბუნკერით დაბეტონების წესი ითვალისწინებს მოცულობების (ბადია, გრეიფერი, ყუთი) დაშვებას წყლის ქვეშ დასაბეტონებელი ბლოკის ფუძეზე და შემდგომ გასახსნელი ფსკერის ან ჩამკეტის/მეშვეობით ბეტონის ნარევის გამოშვებას. ამ სამუშაოთა შესრულების დროს აუცილებელია შემდეგი პირობების დაცვა: ბუნკერის მიწოდება 30-50 მმ სიზუსტით წყლის ქვეშ უნდა ხორციელდებოდეს ამწე მექანიზმით, რომელიც ვერტიკალური გადაადგილების საშუალებას იძლევა. ბეტონის ნარევის ძვრადობა უნდა შეესაბამებოდეს I-5 სმ-ის სიდიდის კონუსის უღომას (სათანადოდ სიხისტე 20-10 ს-ში). დაბეტონების სიჩქარე ისეთი უნდა იყოს, რომ ბეტონის თითოეული დაგებული ფენა გადაიფაროს მომდევნო ფენით ცემენტში შეკვრის პროცესის დაწყებამდე.

ბეტონის ნარევის გამოშვება ბუნკერიდან უნდა მოხდეს მხოლოდ მას შემდეგ, როცა იგი დაეშვება ბლოკის ძირზე ან ადრე დაგებულ ბეტონის ნარევეზე. დაუშვებელია ჩაგებული ნარევის გასწორება (გაშლა) ბუნკერის პორიზონტალური გადაადგილებით.

ბეტონის ნარევის ჩატკეპნის მეთოდით დაბეტონებისას ძირითად პირობას წარმოადგენს ის, რომ დასაბეტონებელი კონსტრუქციის (ბლოკის) ერთ-ერთი ზომა გეგმაში დაბეტონების სიღრმეზე ორჯერ მეტი უნდა იყოს. ბეტონის ნარევის ძვრადობა უნდა შეესაბამებოდეს 5-7 სმ ტოლ კონუსის უღომას (სათანადოდ სიხისტე 10-6 წმ ტოლია).

ჩატკეპნის მეთოდის გამოყენება მიზანშეწონილია, როცა სიღრმე I,5 მ-ზე ნაკლებია, ხოლო კონსტრუქციის ფართობი დიდია. ამასთან დაბეტონება უნდა ხდებოდეს ნიშნულამდე, რომელიც წყლის დონეზე მაღლაა განლაგებული.

ბეტონის ნარევის ტომრებში ჩაგების მეთოდი გამოიყენება დამხმარე სამუშაოთა ჩასატარებლად, როგორცაა კავერების, ნახვრეტების და სხვა ავარიული დაზიანების დროებითი ამოვსება. ეს მეთოდი გამოიყენება აგრეთვე ყალიბების შორის ნაკერების გამკვერივების მიზნით.

ტომრების მოცულობა ჩვეულებრივ 10-15 ლიტრს შეადგენს. ისინი მზადდება მტკიცე ქსოვილისგან. ბეტონის ნარევის კონუსის უღომის სიდიდე I-5 სმ (სიხისტე 20-10 ს) უნდა იყოს, შემდგომის სიდიდე 20 მმ-მდე.

ტომრები უნდა შეივსოს ნარევის მოცულობის 2/3-მდე და გვიდროდ მოვიწიროს თავი. ტომრის შევსების შემდეგ შეიძლება მისი თავის შეკერა ან დაწებება. ასეთი ტომრები უნდა ჩაიწყოს წყლის ქვეშ უშუალოდ ბეტონის ნარე-

ვის დაშვადებისთანავე. ტომრები ლაგდება ჭდობით.

ვერტიკალურ-ასაწვევი მილის, ანუ აღმავალი ხსნარის შეთადით 32-100 მმ-იანი დიამეტრის მილებით დაბეტონების დროს, წინასწარ დაყრილი ქვების აღვილზე აწვდიან დულას, რომლითაც ავსებენ ქვებს შორის სივარცლებებს და ამგვარად ქმნიან მონოლითს. დაბეტონების პროცესში მილებს თანდათანობით სწვევენ მაღლა ისე, რომ მათი ქვედა ბოლო ყოველთვის რჩება დულაში 0,8-1 მ-ით ჩაშვებული. დაბეტონების ეს წესი ძირითადად გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც ნაკებობა ამოყავთ შეზღუდულ პირობებში ან 30-50 მ სიღრმეზე.

#### 4.8. დაბეტონების სამუშაოთა წარმოება გარემოს ექსტრემალურ პირობებში

##### 4.8.1. დაბეტონება ზამთრის პირობებში

დაბალი ტემპერატურის დროს ცემენტის შეკვრის პროცესის ხანგრძლივობა იზრდება, ხოლო ცემენტის ქვის სიმტკიცის ზრდა მკვეთრად ყოვნდება. 0<sup>0</sup>C -ზე დაბალი ტემპერატურის დროს ბეტონის ნარევიში წყალი იყინება, ჰიდროტაციის რეაქცია წყდება და ბეტონი არ მყარდება.

ბეტონში წყლის მოკულობა გაყინვისას თიქმის 9 %-ით იზრდება, ამით ბეტონის სტრუქტურა ირღვევა. ამასთან მსხვილი შემცველების ზედაპირზე გროვდება წყალი, რომელიც გაყინვის შემდეგ ქმნის მხელე ყინულოვან აფსკს და იწვევს შემცველებსა და ხსნარს შორის შეჭიდულობის რღვევას.

გაყინული წყლის გაღობის შემდეგ ბეტონი კვლავ იწყებს გამყარებას, მაგრამ ასეთი ბეტონის საბოლოო სიმტკიცე გაცილებით უფრო დაბალია, ვიდრე ბეტონისა, რომელსაც ყინვის ზემოქმედება არ განუცდია. სიმტკიცის დაცემა მით უფრო მეტია, რაც უფრო ადრე ხდება ნარევის გაყინვა. თუ გაყინვის მომენტში ბეტონს უკვე ჰქონდა მიღებული გარკვეული სიმტკიცე, მაშინ გაღობის შემდეგ მას შეუძლია მიაღწიოს საპროექტო სიმტკიცეს. სიმტკიცის მინიმალურ მნიშვნელობას, რომელიც შეიძლება დაიშვას გაყინვის მომენტისათვის, კრიტიკული სიმტკიცე ეწოდება. ეს სიდიდე ნაჩვენებია უნდა იყოს კონსტრუქციის ან სამუშაოთა წარმოების პროექტში. კრიტიკული სიმტკიცის მნიშვნელობები რეგლამენტირებულია СНУП - III - 15-76-ით.

საბჭოთა კავშირში ზამთრის პირობებში მშენებლობის ნორმალური ტემპებით წარმოების უზრუნველყოფას ძალზე დიდი სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობა აქვს. შემუშავებულია სპეციალური წესები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოთა წარმოებას უარყოფითი ტემპერატურის პი-

რობებში მათი ხარისხის და მშენებლობის ტემპების შემცირების გარეშე. ამ საკითხების გადაწყვეტაში დიდი ღვაწლი მიუძღვის საბჭოთა მეცნიერებს: ა. ბარანოვსკის, ნ. დანილოვს, ა. ზედენინს, ბ. კრილოვს, ს. მირნოვს, ვ. მიხაილოვს, ვ. სიზოვს, ბ. სკრამტაევს, ვ. უტენკოვს, ს. შესტოპეროვს და სხვ.

ზამთრის პირობებში დაბეტონებისას ტექნოლოგიური ამოცანაა ბეტონის მოვლის ისეთი მეთოდების გამოყენება, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბეტონისათვის პროექტით გათვალისწინებულ საბოლოო ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებს ან კრიტიკულ სიმტკიცეს.

კრიტიკული სიმტკიცე B 15 კლასზე დაბალი ბეტონებისათვის როგორც შესაბამისი საპროექტო კლასის ბეტონის სიმტკიცის 50 %-ზე, ისე SMPB-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს. B 15 და B 25 კლასის ბეტონებისათვის ეს სიდიდე უნდა იყოს არანაკლები 40 %, ხოლო B 35-B 40 კლასის ბეტონებისათვის - არანაკლები 30 %. წინასწარ დაძაბული კონსტრუქციებისათვის ბეტონის სიმტკიცე გაყინვის მომენტისათვის ბეტონის კლასის შესაბამისი სიმტკიცის 70 %-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

დაბეტონების ციკლის მთელი ტექნოლოგია, ბეტონის ნარევის მომზადებიდან ბეტონის დაყოვნებამდე, უნდა პასუხობდეს აღნიშნულ მოთხოვნათა დადებითად გადაწყვეტას. ამიტომ, ბეტონის დამზადებიდან და ადგილზე მიტანის პროცესიდან, ვიდრე ბეტონი საჭირო მინიმალურ სიმტკიცეს შეიძენდეს, ზამთრის პერიოდში აუცილებელია რაციონალური ტემპერატურული რეჟიმის უზრუნველყოფა.

ზამთარში ბეტონის ნარევის ტემპერატურა, მისი ბეტონსაზელი დანადგარიდან გადმოტვირთვისა და კონსტრუქციის ყალიბში ჩაგების დროს დასაშვები ტემპერატურის სიდიდეზე ნაკლები არ უნდა იყოს. ამ სიდიდის მნიშვნელობა დამოკიდებულია ბეტონის ნარევის გასათბობად გამოყენებულ ხერხზე. ასე, მაგალითად, თუ ნარევს ათბობენ ელექტროგახურებით, ნარევის ტემპერატურა  $5^{\circ}\text{C}$  -ზე ნაკლები არ უნდა იყოს; „თერმოსის“ მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში  $25^{\circ}\text{C}$  -ზე ნაკლები; ხოლო ბეტონებში ყინვასაწინააღმდეგო დანმატების გამოყენებისას -  $5^{\circ}\text{C}$  -ზე ნაკლები; ისიც უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ბეტონის ნარევის მაღალი ტემპერატურის დროს მკირდება მისი ძვრადობა. ამიტომ ბეტონსაზელიდან გამოსული ნარევის ტემპერატურა არ უნდა იყოს მეტი შემდეგ მაქსიმალურად დასაშვებ სიდიდეზე: 200 მარკის პორტლანდცემენტის და 200-250 მარკის წიდა პორტლანდცემენტის შემთხვევაში -  $45^{\circ}\text{C}$ ; 300 მარკის პორტლანდცემენტის და 200 მარკის პუცოლანური პორტლანდცემენტის დროს -  $40^{\circ}\text{C}$ ;

M 400 მარკის პორტლანდცემენტის და 250 მარკის პუცოლანური პორტლანდცემენტის გამოყენებისას -  $35^{\circ}\text{C}$ ;

ბეტონების ნარევისათვის საჭირო ტემპერატურის მისაღებად მათი დამზა-

დების დროს წყალს ათბობენ  $50-90^{\circ}\text{C}$  -მდე. ზოგჯერ ახურებენ ქვიშას, ლორღს და ხრეშსაც. კარგ შემდეგ იძლევა ბეტონსაზღოში ნარევის გახურება მკვეთრი ორთქლით, რაც შემდეგნაირად ხდება: 2 წუთის განმავლობაში ნარევის არევის შემდეგ დოლში შეჰყავთ ორთქლი, რომელიც მას ახურებს დაახლოებით  $1^{\circ}\text{C}$  /წთ სიჩქარით. ამ დროს წყალტემენტის შეფარდება უნდა შემოწმდეს და თუ საჭიროა შესწორდეს, რადგან ორთქლის კონდენსატი ზრდის ბეტონში წყლის რაოდენობას და შესაძლებელია მსხვილი ქარხნების პირობებში შემცვენი გახურდეს სპეციალურ საშრობ დოლში.

ყალიბში ჩაგების შემდეგ ბეტონის ნარევის სათანადო ტემპერატურის შესანარჩუნებლად გამოიყენება სხვადასხვა წესი: ბეტონის დაყოვნება გათბობის გარეშე, ხელოვნური გათბობა და კომბინირებული დაყოვნება.

დაყოვნება გათბობის გარეშე ითვალისწინებს 1. თერმოსის მეთოდისა და 2. ქიმიური დანამატების გამოყენებას.

1. თერმოსის მეთოდს საფუძვლად უდევს ბეტონის ნარევის დამზადების დროს და ცემენტის გამყარების პროცესში გამოყოფილი სითბოს იზოტირმული რაოდენობა.  $25-45^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის ბეტონის ნარევის ასხამენ ყალიბში და იმწამსვე ათბუნებენ. შემდეგ მიმდინარეობს გამყარების დაჩქარებული პროცესი სითბოს ორი წყაროს ხარჯზე (ნარევის საწყისი ტემპერატურა და გათბობა). თერმოსის მეთოდი ანელებს ბეტონის ნარევის გაცივების პროცესს და საშუალებას იძლევა ბეტონმა გაყინვამდე მოასწროს საჭირო სიმტკიცის მიღება.

რაც უფრო მასიურია კონსტრუქცია და რაც უფრო ნაკლებია მისი ზედაპირის გაცივების ფართობი, მით უფრო ეფექტურია „თერმოსის“ მეთოდი. იგი განსაკუთრებით ეფექტურია ისეთი კონსტრუქციებისათვის, რომელთა ზედაპირის მოლული 6-ზე ნაკლებია. ზედაპირის მოლული, ე.ი.

$$M_{\text{ფ}} = \frac{F}{V}$$

სადაც  $F$  არის კონსტრუქციის გასაცივებელი ზედაპირის ფართობის ჯამი,  $\text{მ}^2$ ;

$V$  - კონსტრუქციის მოცულობა,  $\text{მ}^3$ .

2. ქიმიური დანამატები ბეტონის ნარევი შეჰყავთ იმ მიზნით, რომ დააჩქარონ მისი გამყარება როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი ტემპერატურის დროს. ქიმიურ დანამატებს, რომლებიც ბეტონში შეჰყავთ ცემენტის მასიდან 0,5-3 % რაოდენობით, გამყარების მაჩქარებელი ეწოდება. მათ მიეკუთვნება: მარილმთავა  $\text{HCl}$  (0,5-1 %), კალციუმქლორი.  $\text{CaCl}_2$  (1-2 %), ნატრიუმქლორი  $\text{NaCl}$  (1-2 %), ნატრიუმის ნიტრატი  $\text{NaNO}_2$  (2-3 %) და სხვ. აღნიშნული დანამატები ხელს უწყობს ცემენტის კლინკერის მინერალების დაშლას და ცემენტის ჰიდროლიზის პროცესის ინტენსიფიკაციას. განსაკუთრებით ეფექტურია გამყარების მაჩქარებელი კალციუმქლორი: მისი შეშვებით მეორე დღეს ბეტონის სიმტკიცე უკვე გაზრდილია 1,65-ჯერ, ასეთივე შედეგინიშობის

ბეტონებთან შედარებით, ოღონდ დანამატის გარეშე. დაარმატურებული კონსტრუქციებისათვის რეკომენდებულია ნატრიუმის ნიტრატის გამოყენება, რადგან ქლორის მარილები იწვევენ ლითონის კოროზიას.

ქიმიური ნივთიერებები, რომლებიც ბეტონში შეჰყავთ დიდი რაოდენობით (ცემენტის მასის 3-15 %), დაბლა წივენ ბეტონის ნარევის თხევადი ფაზის გაყინვის ტემპერატურას და უზრუნველყოფენ ცემენტის ჰიდროტაციას უარყოფითი ტემპერატურის პირობებში. ასეთ დანამატებს ყინვასაწინააღმდეგო დანამატი ეწოდება. მათ რიცხვს ეკუთვნის: ნატრიუმქლორის და კალციუმქლორის ნაერთი -  $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$  (3 % + 0 %-დან 3 % + 7 %-მდე); ნატრიუმის ნიტრატის ნაერთი კალციუმქლორთან -  $\text{NaNO}_2 + \text{CaCl}_2$  (1,5 % + 1,5 %-დან 8 % + 8 %-მდე); პოტასიუმი  $\text{K}_2\text{CO}_3$  (5 % ÷ 15 %) და სხვ. ნატრიუმქლორისა და კალციუმქლორის შეჯამებული (3 % + 7 %) დანამატი დაუარმატურებელ კონსტრუქციებში ბეტონის სიმტკიცეს ზრდის -  $20^\circ\text{C}$  -მდე ტემპერატურის დროს. ნატრიუმის ნიტრატისა და კალციუმქლორის კომპოზიცია (8 % + 8 %) უზრუნველყოფს ბეტონის გამყარებას -  $25^\circ\text{C}$  ტემპერატურამდე. ამავ ტემპერატურის პირობებში შესაძლებელია პოტასიუმის (12-15 %) დამატება.

ბეტონის ნარევის ყალიბში ჩაგებაამდე, შესქელების თავიდან ასაცილებლად, უმატებენ პოტასიუმ-ცემენტის მასას 3 %-მდე რაოდენობით.

მარილების დიდი კონცენტრირების დროს შემცვები მასალები და წყალი გათბობის გარეშე გამოიყენება.

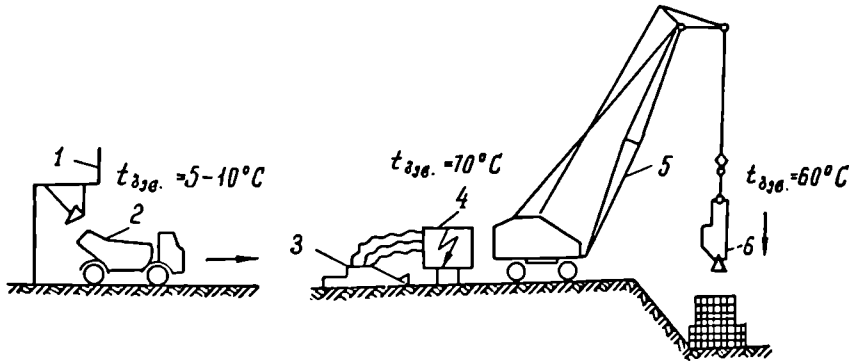
ბეტონის ხელღვნური გათბობა. შშენებლობაზე ბეტონის გამყარების პროცესში გასათბობად ხშირად იყენებენ ელექტროენერგიას. არსებობს ბეტონის ელექტროენერგიით გახურების სხვადასხვა მეთოდი: ბეტონის ნარევის წინასწარი ელექტროგახურების ფორსირებული მეთოდი, ელექტროგახურება ელექტროდების საშუალებით, გასახურებელი ხელსაწყოებითა და ინფრაწითელი სხივებით, ინდუქციური გახურება და ყალიბი, რომელიც თბება.

I. ბეტონის ნარევის წინასწარი ელექტროგახურების ფორსირებული მეთოდი (ნახ. 4.9) მდგომარეობს შემდეგში: ბეტონის ნარევი ყალიბში ჩაგების წინ 5-15 წუთის განმავლობაში ინტენსიურად ხურდება  $70-90^\circ\text{C}$  -ზე სპეციალურ ბადიაში, რომელიც აღჭურვილია ელექტროდებით ან ავტომობილის ძარაში ჩასაშვები სავარცხლისებრი ელექტროდებით. შემდეგ ნარევის ჩააგებენ შეუთბუნებელ ან მცირედ შეთბუნებულ ყალიბში და ნარევის ამკვრივებენ შეკვრის პროცესის დაწყებამდე.

სათანადო კვლევებით დადგენილია, რომ ელექტროთბური იმპულსი, რომელიც შეტანილია ნარევიში მისი სტრუქტურის შექმნის პროცესის დაწყებამდე, აჩქარებს ჰიდრატაციას და ეგზოთერმიას, ხოლო ცხელი ნარევის ვიბრაციამკვრივება ხელს უწყობს ბეტონის უფრო მკვრივი სტრუქტურის შექმნას. გარდა ამისა, ტემპერატურის გადაცემა ცენტრიდან პერიფერიაზე შეუფუთავ ყალიბში ქმნის თერმული დაძაბულობის ხელსაყრელ მდგომარეობას და ადიდებს კონსტ-



რეჯიის ბზარმდეგობას. ნარევის ელექტროგახურების მეოდიის გამოყენების რაციონალურ არეს წარმოადგენს საშუალო მასიურობის კონსტრუქციები, რომელთა დაბეტონება -  $40^{\circ}\text{C}$  -მდე ტემპერატურის პირობებში ხდება.



ნახ. 4.9. კონსტრუქციის დაბეტონება წინასწარ გახურებული ბეტონის ნარევით.

1 - ბეტონის ქარხანა; 2 - ბეტონის საზიდო; 3 - ელექტრობაღია; 4 - მანაწილებელი მოწყობილობა; 5 - ამწე; 6 - ნარევის ჩასხმა.

2: ელექტროგახურება ელექტროდების საშუალებით ძირითადი მეოდიის ყალიბში ჩაგებული ბეტონის ნარევის ხელეწერი გახურებისათვის. ბეტონის ტანში ჩადგმულ ან მის ზედაპირზე მოთავსებულ ელექტროდებს აერთებენ ცვალებადი დენის წყაროსთან. ელექტროდენი, გადის რა ბეტონში, გამოყოფს სითბოს, რომლის რაოდენობა შეიძლება ვიანგარიშით ფორმულით

$$Q = I^2 R T,$$

სადაც  $Q$  არის სითბოს რაოდენობა, ჯ;

$I$  - დენის ძალა, ამპ;

$R$  - ბეტონის ომური წინაღობა, ომ;

$T$  - გათბობის ხანგრძლივობა, წ.

ახლად ჩაგებული ბეტონის ელექტროგამტარობა საკმაოდ დიდია, მაგრამ რაც უფრო მყარდება ბეტონი, მისი ელექტროწინაღობა მკვეთრად იზრდება. ამიტომ ელექტროგახურება ხდება საფეხურიანი ტრანსფორმატორით. დასაწყისში ბეტონს ახურებენ დაბალი ძაბვის ქვეშ (50-60 ვოლტი), შემდეგ ძაბვას თანდათანობით ზრდიან 100 ვოლტამდე. მეორედ დაარმატურებული რკინა-ბეტონის და ბეტონის კონსტრუქციები შეიძლება გახურდეს ჩვეულებრივი ქს-

ლის დენით I27-220-ვოლტი ძაბვის ქვეშ. გახურების ტემპერატურის რეგულირება უნდა მოხდეს ელექტროქსლის პერიოდული გამოკვლივით.

ელექტროგახურება გამოიყენება კონსტრუქციებისათვის, რომელთა ზედაპირული მოდული 8-20-ის ტოლია. თხელკედლანი კონსტრუქციებისათვის ამ შემთხვევაში ბეტონის გადაშენებისასთან დაკავშირებით არ იყენებენ.

დენის წყაროდან ელექტროენერგია ტრანსფორმატორის საშუალებით მიეწოდება მანაწილებელ ფარს (ნახ. 4.10) და მისგან ელექტროდებს (ელექტროდები სხვადასხვა კონსტრუქციისაა). შემდეგ ბეტონში ათავსებენ ღეროს ან სიმის ტიპის ელექტროდებს, ბეტონის ზედაპირზე კი ალაგებენ ფირფიტისებრი ზოლისებრი ელექტროდებს. ასევე გამოიყენება ელექტროდული პანელები.

ღეროსებრი ელექტროდები მზადდება 6-12 მმ დიამეტრის ლითონის არმატურისაგან და მათ აყენებენ ერთმეორისაგან 20-40 სმ-ის დაშორებით. ვოლტის რკალის წარმოქმნის და მოკლე ჩართვის თავიდან ასაცილებლად ელექტროდსა და კონსტრუქციის არმატურას შორის დაშორება უნდა იყოს არანაკლებ 5 სმ-ისა. თუ ამ პირობის დაცვა შეუძლებელია, აკეთებენ ელექტროდების ადგილობრივ იზოლაციას.

სიმისებრი მ-მდე სიგრძის ელექტროდებს აყენებენ სვეტების და გრძივი კონსტრუქციების გასახურებლად. მათ ბეტონში ალაგებენ გასახურებელი ელემენტის ღერძის გასწვრივ. ელექტროდის ბოლოებს ალუნავენ და გამოყავთ ყალიბის გარეთ მანეთულად შესაერთებლად.

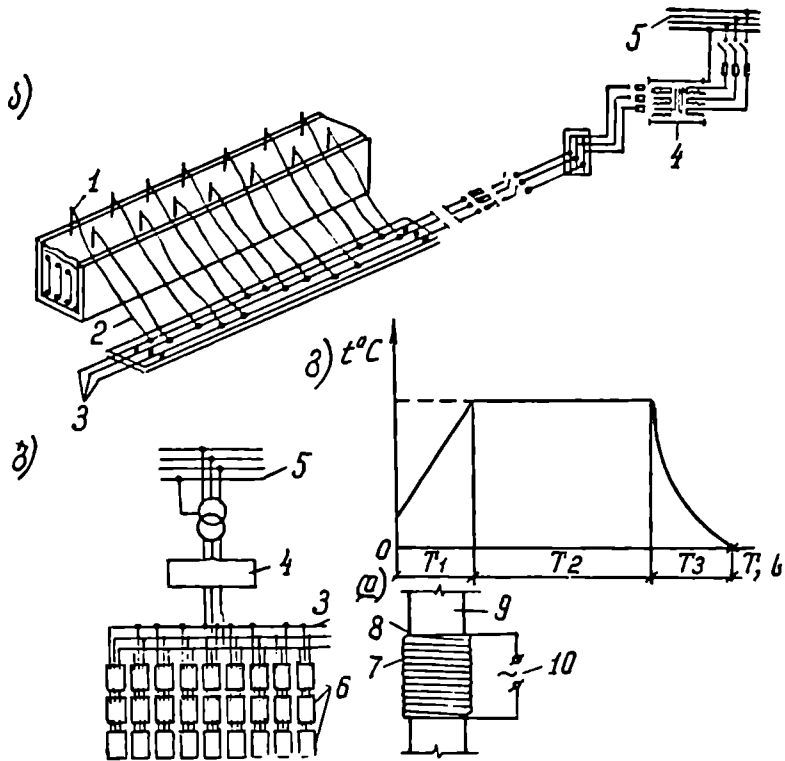
ყვილაზე უფრო რაციონალურია გარეთა ელექტროდები, რადგან შესაძლებელია მათი მრავალჯერადი გამოყენება. ასეთი ელექტროდები გამოიყენება ბეტონის ბრტყელი ზედაპირის გასახურებლად.

ფირფიტებისა და ზოლების სახის ელექტროდებს ამზადებენ სახურავის ფრცვლავანი და ზოლებიანი ლითონისაგან. მათ ამაგრებენ ყალიბზე და ათავსებენ დასაბეტონებელი კონსტრუქციის ორ საპირისპირო მხარეს.

„მცურავი“ ელექტროდები მზადდება 6-12 მმ დიამეტრის საარმატურო ლითონისაგან, მათ ახლად ჩაგებულ ბეტონში მარხავენ 2-3 სმ სიმაღლეზე.

ელექტროდული პანელები წარმოადგენს თერმოსადებით შეფუთულ დახურულ კოლოფს, რომელსაც ქვემოდან მიმაგრებული აქვს ზოლისებრი ელექტროდები. ასეთ პანელებს ხმარობენ ბრტყელი კონსტრუქციების (რეზერვუარების ძირი, იატაკები, ბეტონის მომზადება და სხვ.) ზედაპირის გასახურებლად.

გათბობის რეჟიმი შედგება სამი ფაზისაგან (ნახ. 4.10,დ): 1) გახურება, რომელიც გრძელდება  $T_1$  დროში; 2) იზოთერმული დაყოფნება  $T_2$ ; 3) გაცივება  $T_3$ . ბეტონის ნარევის საანგარიშო ტემპერატურა ცემენტის სახისა და დასაბეტონებელი კონსტრუქციის ზედაპირის მოდულის მიხედვით მიიღება  $55-80^{\circ}\text{C}$ ; გახურების, იზოთერმული გათბობისა და გაცივების ხანგრძლივობა - არსებული ნორმატიული დოკუმენტების და ინსტრუქციების მიხედვით. მასიური კონსტრუქციებისათვის (ზედაპირული მოდული  $\leq 6$ ) ტემპერატურა



ნახ. 4.10 ელექტროგახურების სქემები და ტემპერატურული რეჟიმის გრაფიკი.

- ა-რკინაბეტონის კოჭის ელექტროგახურების სქემა;
- ბ-ელექტროდული პანელების განლაგების სქემა ბეტონის ზედაპირის ელექტროგახურების დროს;
- გ-ელექტროგახურების დროს ტემპერატურული რეჟიმის გრაფიკი;
- დ-სვეტის პირაპირის ინდუქციური დენით გახურება.

რის აწევის სიჩქარე არ უნდა იყოს სააბში  $8^{\circ}\text{C}$  -ზე მეტი; სხვა კონსტრუქციებისათვის (ზედაპირული მოდული > 6)  $6-10^{\circ}\text{C}$  სა-ში. თხევადი რკინაბეტონის კონსტრუქციებისათვის  $15^{\circ}\text{C}$  სა-ში; თუ ზედაპირის მოდული 15-ზე მეტია, გაცივება მხედველობაში არ მიიღება, ელექტროგახურების მოქმედების რეჟიმი არსტადიანია.

3ა' ელექტროგახურება სითბოს ხარჯზე, რომელსაც გამხურებელი ხელაწყოები და ინფრაწითელი დასხივება გამოყოფს, გამოიყენება იმ შემთხვევაში,

თუ კონსტრუქციის ზედაპირული მოდული 20-ზე მეტია. ამ შემთხვევაში გამ-  
ხურებელ ხელსაწყოებს აწყობენ დაბეტონებული კონსტრუქციის ღია ზედაპირ-  
ზე და ამ გზით ახურებენ. ინფრაწითელი დასხივების დროს ახლად დაგებულ  
ბეტონს სითბო გადაეცემა სხივური ენერგიის საშუალებით. ამ სახის მე-  
თადს იყენებენ პირაპირებში ბეტონის გასახურებლად, გაყინული ბეტონის  
გასაღებლად და ა.შ. ინფრაწითელი სხივებით ბეტონის გახურება გამოიყენ-  
დება მცოცავი ყალიბების საშუალებით თხელკედლიანი ნაგებობების აგების  
შემთხვევაშიც.

4. ინდუქციური დენით გახურება ემყარება შემდეგ მოვლენას. თუ გასა-  
ხურებელ კონსტრუქციას გარშემო სპირალის ხვიას შემოვახვევთ და მასში  
ცვლად დენს გავატარებთ, ლითონის არმატურაში წარმოიქმნება ინდუქციური  
დენი, რომელიც ახურებს არმატურას და ლითონის ყალიბს. მათი საშუალებით  
სითბო გადაეცემა ბეტონს. ეს მეოთხე გამოიყენება სქლად დაარმატურებული  
სვეტებისა და კოჭების დასაბეტონებლად. აგრეთვე ოკინაბეტონის კონსტრუ-  
ქციების პირაპირების დასამონოლითებლად.

ბეტონის ორთქლით გახურებას ამჟამად იშვიათად მიმართავენ. შენებ-  
ლობაში მის გამოსაყენებლად საჭიროა მოეწყოს ორთქლის პერანგები, რომელ-  
ბიც გარს ერტყმიან ყალიბს. პერანგებსა და ყალიბის ზედაპირს შორის ატა-  
რებენ 0,05-0,07 დაბალი წნევის ორთქლს. მაქსიმალური ტემპერატურა ორთ-  
ქლით გახურების დროს პორტლანდცემენტზე დაზღაბული ბეტონის შემთხვევა-  
ში 70-80°C არ უნდა აღემატებოდეს, ხოლო წიდა პორტლანდცემენტის გამო-  
ყენების შემთხვევაში უნდა იყოს არა უმეტეს 60-70°C .

ზამთრის პირობებში ბეტონის ნარევის ტემპერატურა უნდა შემოწმდეს მი-  
სი ჩაგების მომენტში. თვალყური უნდა ვაფენოთ ტემპერატურის რეჟიმს ბე-  
ტონის დაყოვნების და გამყარების პერიოდშიც. თერმოსის მეოთხით დაბეტო-  
ნების დროს ტემპერატურის შემოწმება ხდება დღე-ღამეში ორჯერ დაყოვნე-  
ბის პროცესის დამთავრებამდე; ელექტროგახურების დროს - პირველი სამი  
საათის განმავლობაში ყოველ საათში ერთხელ, შემდეგ კი ყოველ 2-3 საათში  
ერთხელ.

#### 4.8.2. ბეტონის სამუშაოების წარმოება შშრალ-ცხელ კლიმატურ გარემოში

შშრალი და ცხელი კლიმატური პირობები ითვალისწინებს ჰაერის მაღალ  
ტემპერატურას (30°C და მეტი) და დაბალ ფარდობით ტენიანობას (50 %-ზე  
ნაკლებს). ასეთი კლიმატი გავრცელებულია საბჭოთა კავშირის ბევრ რაიონ-  
ში, განსაკუთრებით მის სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ მხარეში. ამგვარ

პირობებში მაღალი ტემპერატურის მოქმედების ზეგავლენით ჩქარდება ბეტონის გამყარების პროცესი, მისი პიდროტაციის რეაქცია. ბეტონის ნარევის სწრაფი წყალგაცლა, ამასთანავე, კომპონენტების სხვადასხვა თბური გაფართოების სიდიდე და ბეტონის ინტენსიური შეკლება, როცა იგი ჯერ კიდევ არაა საკმარისად გამაგრებული, იწვევს მასში დესტრუქციული მოვლენების განვითარებას. ეს პროცესი, თავის მხრივ, ამცირებს ბეტონის საბოლოო სიმტკიცის თითქმის 50 %-ით, ნორმალურ ტემპერატურულ-ტენიან პირობებში მყოფ ბეტონთან შედარებით. ინტენსიური წყალგაცლა ასევე იწვევს ბეტონის გარე ფენების აქერცვლას.

ბეტონის ნარევისათვის ძირითადი საჭირო ფენებების შენარჩუნება სამუშაოთა წარმოების ცხელ-შშრალ კლიმატურ პირობებში შეიძლება უზრუნველყვით მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მისი დაშლადების, ტრანსპორტირების და დაყოვნების დროს ადგილი ექნება შინიშალური რაოდენობის წყალგაცლას. ბეტონის ნარევის დაშლადებისას აუცილებელია მივიღო ზომები ყალიბში ჩაგების წინ მისი სათანადო კონსისტენციის შესანარჩუნებლად. ეს შესაძლებელია წყლის ხარჯის გაზრდით, რომელიც იწვევს ასევე ცემენტის ხარჯის გაზრდასაც. არსებობს მეორე გზაც, ნარევის დაშლადების პროცესში ტემპერატურის დაწევა. დადგენილია, რომ თუ შემგსებებს დავასველება გაგრილებული წყლით ან წყალში დავუმატებთ 50 % ყინულს როცა ჰაერის ტემპერატურა  $40^{\circ}\text{C}$  და დაბალია ფარდობითი ტენიანობა, ბეტონის ნარევის ტემპერატურის დაწევა შეიძლება  $20-25^{\circ}\text{C}$  -მდე.

ბეტონის ნარევის კონსერვაციის საშუალებას იძლევა აგრეთვე მასში ზედაპირულ-აქტიური დანამატების შეტანა ცემენტის მასიდან 0,4-0,5 % რაოდენობით.

ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირების დროს ცხელი კლიმატის პირობებში ავტობეტონშიდის ან ავტობეტონსარევის ძარას უნდა ჰქონდეს თერმოიზოლაცია. ასეთ პირობებში ბეტონის წყალგაცლის თავიდან ასაცილებლად მაქსიმალურად უნდა შევიკრიდეს გადატანის მანძილი და იგი 10-15 კმ-ს არ უნდა აღემატებოდეს, ასევე უნდა გახანგრძლივდეს ბეტონის არევის ვადა, დაახლოებით 1,5-ჯერ. უზრუნველყოფილი უნდა იქნეს ბეტონის ნარევის გადატანა დახურულ ტარაში. ამასთან, მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის მდგომარეობაც, რომ  $30-35^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის დროს, როცა წყალცემენტის შეფარდება  $\frac{V}{U} \leq 0,83$ , ნარევი 40 წმ-ის შემდეგ სრულიად კარგავს ძვრადობას.

ამასთან დაკავშირებით, ასეთ პირობებში მიზანშეწონილია ნარევის მიზიდება უშუალოდ დაგების ადგილზე, სადაც მიიტანენ ღიზირებულ და შშრალ მდგომარეობაში ბეტონის შემადგენელ კომპონენტებს.

ყალიბში ახლად ჩაგებული ბეტონის დაყოვნების პერიოდში მნიშვნელოვანი ტექნოლოგიური ამოცანაა ბეტონის წყალგაცლისაგან დაცვა. მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოება, რომ ჰაერის მაღალი ტემპერატურის და და-

ბალი ტენიანობის პირობებში ბეტონის ყოველი დანამცა იწვევს თავისებურ „თურმულ დარტყმას“. მოკწყვიდან 10-15 წუთის შემდეგ ბეტონში იწყება წყლის ინტენსიური კარგვა, უარესდება მისი ფოროვანი სტრუქტურა და ზედაპირულ ფენებში ჩნდება გამჭიმვი ძაბვები, რომლებიც ზოგჯერ 50 %-ით მეტია დასაშვებზე.

ბეტონის წყალგაცლა განსაკუთრებით საშიშია ისეთი თხელკედლიანი კონსტრუქციების მშენებლობის დროს, რომელთაც დიდი ღია ზედაპირები აქვთ. ამიტომ, ასეთ შემთხვევაში ახლად ჩაგებულ ბეტონის ზედაპირი უნდა დიფაროს აფსკური საფარით, ბიტუმიით, ლაქით ან სხვა პოლიმერიზებული მასალით. ეს ღონისძიებები ამცირებს წყლის 80-90 %-ით კარგვას.

მცირე ღია ზედაპირების მქონე ნაგებობების მშენებლობისას (მაგალითად საძირკველი) ახლად ჩაგებული ბეტონის წყალკარგვის შემცირება შეიძლება პორიზონტალური ზედაპირების 3-5 სმ სისქის წყლის ფენის დაფარვით. ამ მეოფს „წყლის აუზი“ ეწოდება.

ძალიან კარგ შედეგს იძლევა მზის რადიაციის გამოყენება, რომელიც ცხელ კლიმატურ რაიონებში უხვდაა და ენერჯიის მცირედ ღირებულ წყაროს წარმოადგენს. ახლად ჩაგებულ ბეტონს ახურავენ შუქ გამტარ აფსკს, რომელიც სხივურ ენერჯიას ატარებს და ამასთანავე ბეტონს იცავს წყლის აორთქლებისაგან. გასამყარებლად მსგავს გასაორთქლ კამერებში იქმნება არსებულ რეჟიმის პირობები.

წყალგაცლის შემცირების მიზნით ასევე ეფექტურია გამყარების პროცესის ინტენსიფიკაცია. ეს ბეტონის დაყოვნების ხანის მინიმუმამდე დაყოვნის საშუალებას იძლევა. ამისათვის გამოიყენება მაღალაქტიური მცირედ შეკლებადი ცემენტები, გამყარების დამაჩქარებელი ქიმიური დანამატები, ასევე თბური დამუშავების მეოფები. ეს უკანასკნელი საშუალებას იძლევა არა მარტო დაიცვას ბეტონი წყალგაცლისაგან, არამედ უმცირეს დროში მიიღოს სათანადო სიმტკიცე. ამასთან მხედველობაშია მისაღები ის გარემოებაც, რომ როცა ბეტონი მიიღებს საპროექტო სიმტკიცის 70-80 %-ს, მას აღარ სჭირდება რაიმე სპეციალური მოვლა ცხელ-მშრალ კლიმატურ პირობებშიც კი.

#### 4.8.3. დაბეტონება ცხელ-ტენიან კლიმატურ გარემოში

მონოლითური ბეტონისაგან მასიური ნაგებობების აგებისას ბეტონის საშუალები მიმდინარეობს ღია ცის ქვეშ. ამავ დროს ბეტონის ნარევი არაა დაცული ატმოსფერული ნალექების უშუალო ზემოქმედებისაგან. განსაკუთრებით საშიშია წვიმის მოქმედება ბეტონის ნარევის გასწორების, შემკვრივების და საწყისი გამყარების პროცესების დროს. ეს აიხსნება იმიო, რომ

ატმოსფერული ნალექები, რომლებიც ბეტონის ნარევეში ირევა, ზრდის მის წყალშემცველობას, რის შედეგადაც შეკვეთარად მცირდება ბეტონის სიმტკიცე. ამასთან, წვიმას შეუძლია გადაარცხოს ახლად ჩაგებული ბეტონის ზედაპირიდან გარკვეული რაოდენობის ცემენტის ხსნარი და ამით გააუარესოს ტექნოლოგიური ნაჯერი ხსნარი.

ამ პრობლემას პირველხარისხოვანი მნიშვნელობა ენიჭება: I. სუბტროპიკული და მაღალი ტენიანობის მქონე რაიონებისათვის, სადაც წვიმიანი დღეების რაოდენობა წელიწადში საკმაოდ დიდია, და 2. იმ შემთხვევებისათვის, რომელთა კონსტრუქციების დაბეტონება უწყვეტი ციკლით უნდა მიმდინარეობდეს. ასეთებია ჰიდროტექნიკური ნაგებობები, ხიდები და სხვადასხვა დანიშნულების კონსტრუქციები.

სსრ კავშირში ხშირი წვიმების ზონებია შავი ზღვისპირეთი, კავკასიონის მაღალი მთიანეთი, კარპატები, ალტაის მხარე და სხვ. წვიმის ინტენსივობის ძირითადი მაჩვენებელია ნალექების სიმკვრივე მმ/წმ. ამ მაჩვენებლის მიხედვით წვიმა სხვადასხვაგვარია. მთინძლავი (0,1 მმ/წმ და ნაკლები), ნორმალური (0,5 მმ/წმ და ნაკლები), ზომიერი (0,87 მმ/წმ და ნაკლები) და თავსხმა (0,87 მმ/წმ და მეტი).

ბეტონის სამუშაოთა ჩატარების სრული ციკლის პროცესში ბეტონის ნარევეში წვიმის მოხვედრის თავიდან ასაცილებლად რეკომენდებულია სპეციალური სახის გადასატანი ხუფები, კარვები და სხვ. მათი გამოყენება მისხვილ, დიდი მოცულობის ობიექტებზე ტექნიკურად გაძნელებული და შრომატევადია. ამასთან, წვიმას ხშირად თან ახლავს ქარი, რომელიც იწვევს ნალექების მიმართულების მკვეთრ გადახრას ვერტიკალიდან. ასეთ პირობებში კარვის ტიპის გადახურვები ნაგებობათა დაცვის თვალსაზრისით ნაკლებად ეფექტურია. გარკვეულ პირობებში შესაძლებელია წვიმისაგან პოლიეთილენის ტიპის გადასახურავი აფსკების გამოყენება.

წვიმაში ჩაგებული ბეტონის სიმტკიცე საგრძნობლად უარესდება იმის მიხედვით, თუ როგორ იცვლება ბეტონის ნარევის საწყისი წყალშემცველობა. უკანასკნელი დამოკიდებულია წვიმის ინტენსიურობასა და ბეტონის სამუშაოების შესრულების ტექნოლოგიური პროცესის ეტაპზე.

წვიმა 0,1 მმ/წმ და ნაკლები ინტენსიურობით, რომელიც მთელი ტექნოლოგიური პროცესის განმავლობაში ზემოქმედებს, მასიური ბეტონის სამშენებლო სიმტკიცეს ამცირებს მხოლოდ დასაშვებ ფარგლებში, ხოლო თხელკედლიანი კონსტრუქციების დაბეტონებისას (ბეტონის შრის სისქე 0,1-0-2 მ) ასეთივე სახის წვიმის გამო ბეტონის სიმტკიცე საგრძნობლად კლებულობს.

მთინძლავი და ნორმალური წვიმის შემთხვევაში, ბეტონის გასწორების და ვიბრირების პროცესის დროს ნალექები ნაწილობრივ ბეტონის ნარევედან ირევა.

ზომიერი ნალექების დროს და ნიაღვრის (ინტენსიურობა 0,87-1,0 მმ/წმ)

შემთხვევაში წვიმა ახლად ჩაგებული ბეტონიდან რეცხავს ცემენტის ხსნარს და ადიდება მის წყალშემცველობას.

თავსხმა (ინტენსიურობით I,6 მმ/წთ) რეცხავს ახლად ჩაგებული ბეტონის ზადაპირს და აშიშვლებს შემსვლებს მაგრამ, თუ ინტენსიურობა I,8 მმ/წთ-ზე მეტია, გარდა ზედაპირის გადარეცხვისა, წყალი დარტყმიით ძალიან შეაღწევს ბეტონის შრის სიღრმეში და მკვეთრად ამცირებს მის სიმტკიცეს.

საქართველოს ენერგეტიკისა და ჰიდროტექნიკის სამეცნიერ-კვლევით ინსტიტუტში ჩატარებული სამუშაოების საფუძველზე დადგენილია, რომ წვიმის დროს დაგებული ბეტონის სიმტკიცე დამოკიდებულია არა მარტო წვიმის ინტენსიურობაზე, არამედ მის ხანგრძლივობასა და დაბეტონების ტექნოლოგიურ ციკლზე. იმ შემთხვევაში, როდესაც ბეტონის სამუშაოები სათანადო სპეციალურ დამცველ ღონისძიებათა გარეშე ტარდება, დადგენილია წვიმის დასაშვები ინტენსივობის ზღვრები. 4.II ნახაზზე მოცემულია მრუდები, რომელთა მიხედვითაც განისაზღვრება ბეტონის სამუშაოთა წარმოების პირობები.

მოცემული მრუდები (ნახ. 4.II) მიგვიჩვენებს, რომ ბეტონის სამუშაოთა წარმოება რიგ შემთხვევაში დასაშვებია სხვადასხვა სახის ინტენსიურობის წვიმის დროს და ეს არე მით უფრო მეტია, რაც მეტია დაბეტონების შრის სისქე. მაგალითად, თუ შრის სისქე 0,2 მ-ია, მასიური კონსტრუქციების დაბეტონებისას დასაშვებია ბეტონის სამუშაოთა წარმოება 0,5 მმ/წთ და ნაკლები (ნორმალური) ინტენსიურობის წვიმის დროს, ხოლო თუ დასაბეტონებელი შრის სისქე იზრდება 0,7 მ-მდე - ზომიერი ინტენსიურობის ხასიათის წვიმაც.

#### 4.9 სამუშაოთა წარმოების თავისებურებანი სპეცბეტონების გამოყენების შემთხვევაში

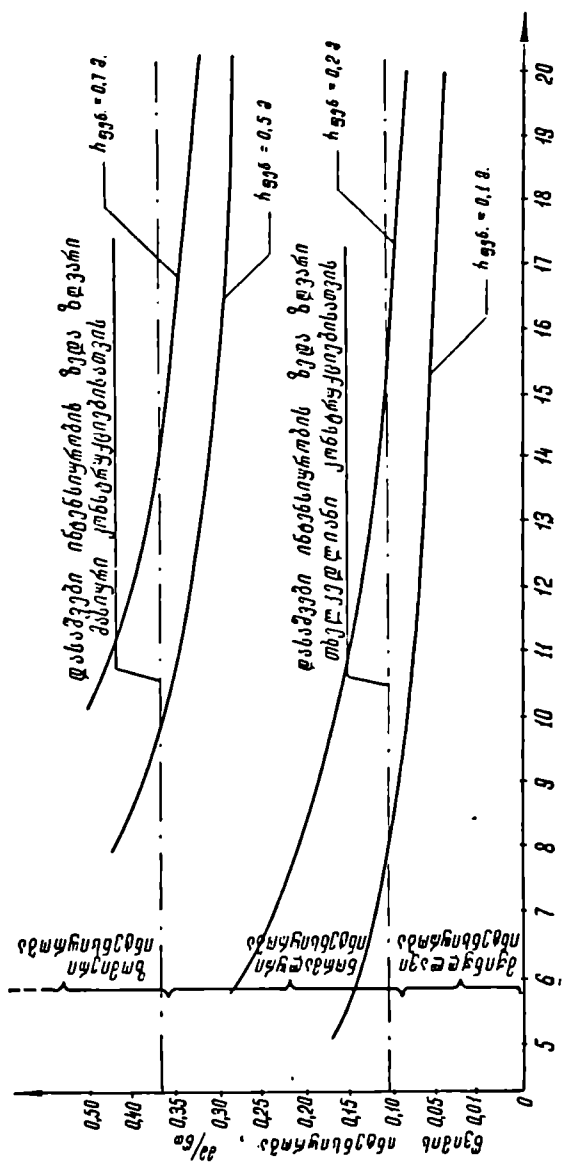
##### 4.9.1. მხურვალმდეგი და ჩვეულებრივი ბეტონები მაღალი და მომატებული ტემპერატურის პირობებში

კონსტრუქციებისა და ნაგებობების აშენებისას მხურვალმდეგი ან ჩვეულებრივი ბეტონები, რომლებიც ექსპლუატაციის პირობებში განიცდიან 5I-დან 200<sup>0</sup>C -მდე ტემპერატურის ზეგავლენას, აუცილებელია სამუშაოთა წარმოების სათანადო პირობების დაცვა.

მაღალი ტემპერატურის გარემოში ჩვეულებრივი ბეტონისათვის საჭიროა სათანადო დვისებების მქონე მასალების გამოყენება.

მჭიდვას სახით მიზანშეწონილია წიდა პორტლანდცემენტი. ასევე რეკომენდებულია პორტლანდცემენტი ზომიერი ეგზოთერმიით ან სულფატმდეგი პორტ-





ნახ. 4.11 წვიმის დასაშუალო ინტენსიურობის დამოკიდებულება დაბეტონების შრის სიმაღლესთან

ღანდემენტი არანაკლები  $\text{M } 300$  მარკისა.

მსხვილი შემვსების ლორღის მაქსიმალური ზომა არ უნდა აღემატებოდეს  $40$  მმ-ს.

მხურვალმედვი და ჩვეულებრივი ბეტონის ნარევის ძვრადობა  $5\text{I}-200^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის პირობებისათვის არ უნდა იყოს  $2$  სმ-ზე მეტი. სიმტკიცის დამაჩქარებელი ქიმიური დანამატების გამოყენება ბეტონებში, რომელთა ექსპლუატაცია გარემოს  $150^{\circ}\text{C}$  -ზე მეტი ტემპერატურის პირობებში წარმოებს, დაუშვებელია.

მხურვალმედვი ბეტონებისათვის ბეტონის ნარევი უნდა დაზაადდეს იძულებითი მოქმედების ბეტონსარევეებში. ბეტონის ნარევის დაზაადებისას საზელის დოზში ათავსებენ ყველა მშრალ კომპონენტს და ერთმანეთში ურევენ  $1$  წუთის განმავლობაში. შემდეგ ნარევეში ამატებენ სათანადო რაოდენობის წყალს; ამხევად შუშას ან სხვა სახის შემღვლაბებელს და განმეორებით ურევენ  $3$  წუთზე მეტი ხნის განმავლობაში.

დრო ბეტონის ნარევის დაზაადების მომენტიდან გამოყენებამდე არ უნდა აღემატებოდეს  $30$  წუთს. ასევეა ნარევისათვის, რომელიც თხამიწოვან ცემენტზე ან ამხევად მინაზე მზადდება. ჩვეულებრივი ბეტონისათვის კი ეს დრო  $1$  საათია.

ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირება უნდა ხდებოდეს არა უფროს  $5^{\circ}\text{C}$  ჰაერის ტემპერატურის პირობებში. მხურვალმედვი ბეტონის ნარევის ჩაგება დასაშვებია, რაცა ტემპერატურა  $15^{\circ}\text{C}$  -ზე მეტია. რაც შეეხება თხამიწოვან ცემენტებზე დაზაადებულ ნარევეებს, მათი ჩაგება მიზანშეწონილია  $7^{\circ}\text{C}$  -ზე მეტი ტემპერატურის დროს; მხურვალმედვი ბეტონის ნარევი, რომელიც ფორიდან შემვსებზეა დაზაადებული, უნდა ჩაიგოს უშუალოდ მისი დაზაადებისთანავე.

ბეტონის მაღალი ხარისხის უზრუნველსაყოფად დიდი მნიშვნელობა აქვს დაყოვნების პროცესში სათანადო პირობების დაცვას. ცემენტზე დაზაადებული ბეტონების გამყარება ისეთ პირობებში უნდა წარმოებდეს, რომ ბეტონის ზედაპირი მისი მოცლის პერიოდში უნდა იყოს ტენიანი.

ამხევად მინაზე დაზაადებული ბეტონების გამყარება უნდა ხდებოდეს ჰაერზე გამოშრობის გარემოს პირობებში. ბეტონის გამყარების პერიოდში საჭიროა ჰაერის კარგი ცენტრაცია.

ბეტონის გამყარებისათვის დასაშვები ტემპერატურა არ უნდა იყოს  $15^{\circ}\text{C}$  -ზე ნაკლები, თხამიწოვან ცემენტზე დაზაადებული ბეტონებისათვის კი  $7^{\circ}\text{C}$  -ზე ნაკლები და  $30^{\circ}\text{C}$  -ზე მეტი. ცემენტზე დაზაადებული ბეტონების გამყარებისათვის საუკეთესოდ ითვლება  $15-25^{\circ}\text{C}$ , ხოლო ამხევად მინაზე დაზაადებული ბეტონებისათვის  $30-60^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურა.

ბეტონის გამყარების პროცესის დაჩქარების მიზნით პორტლანდცემენტსა და მაღალ თხამიწოვან ცემენტზე დაზაადებული ბეტონებისათვის დასაშვებია

გაორთქვლა. პორტლანდცემენტსა და თხევად მინაზე დამზადებული ბეტონები-სათვის, რაცა შემსვებად გამოყენებულია შამოტი ან ჩვეულებრივი თიხის აგურის ნამტვრევები, კერამიტი, მეტალურგიული წიფები, მიზანშეწონი-ლია მათი თერმული დამუშავება მოხდეს მშრალ ჰაერის პირობებში 60-80°C ტემპერატურაზე.

კონსტრუქციის განჯალიბება უნდა მოხდეს მაშინ, რაცა ბეტონი მიაღ-წევს საპროექტო სიმტკიცეს, მაგრამ დაბეტონებიდან აუცილებლივ 3 დღის შემდეგ, თიხამიწოვან ცემენტზე დამზადებული ბეტონებისათვის კი - 7 დღის შემდეგ.

#### 4.9.2. ზემძიმე და რადიაციული დაცვის ბეტონები

ზემძიმე და რადიაციული დაცვის ბეტონების გამოყენების დროს სამუშაო-ებს ჩვეულებრივი ტექნოლოგიით აწარმოებენ. იმ შემთხვევაში, თუ დაბეტონე-ბის ჩვეულებრივი წესები არ გამოდგება (მაგალითად, ნარევის განშრევების არმატური გაჯერებული კონსტრუქციით, ჩასაყოლებელი დეტალების და კომუ-ნიკაციური გაყვანილობის გამო) უნდა გამოიყენოთ დაბეტონების ე.წ. გან-ცადკემებული მეთოდი. უკანასკნელი ითვალისწინებს აღმავალი ხსნარის წე-სით ან მსხვილი შემსვების ჩაფვლით ხსნარში დაბეტონების ტექნოლოგიას.

ზემძიმე და რადიაციული დაცვის ბეტონებისათვის გამოიყენება 4.19 ცხრილში მოცემული მასალები. დაუშვებელია ბეტონებში კალციუმქლორისა და სუფრის მარილის დანამატების სახით გამოყენება, რადგან ისინი იწვევენ არმატურის კოროზიას გამა კვანტებითა და ნეიტრონებით დასხივების დროს. მინერალური მადნის და ლითონის შემსვებების გრანულომეტრიული შედგე-ნილობა და ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლები უნდა შეესაბამებოდეს მოთხოვნებს, რომლებიც ზემძიმე ბეტონებში გამოყენებულ შემსვებებს წაე-ყენება.

ლითონის შემსვებებს ბეტონში გამოყენებამდე უნდა გაეცალოს ცხიმი. ლითონის შემქსებზე განუშრევადი უანჯის არსებობა დასაშვებია.

ნარევის ძვრადობა ბეტონებისათვის, რომელია შედგენილობაშია ლითონის შემსვებები, უნდა ხასიათდებოდეს კონუსის ჯდომის სიდიდით, არა უმეტესი 3 სმ-ისა. მადნულის, ლითონის და სერპენტინისებრი შემსვებებისაგან შემდგარ ბეტონის ნარევის არევის ხანგრძლივობა 4 წთ-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს.

რადიაციული დაცვისათვის განკუთვნილი ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირე-ბისა და ჩაგებისათვის უნდა გაციოთვალისწინოთ შემდეგი:

ზემძიმე ბეტონის ნარევის მიწოდება დასაშვებია მხოლოდ ბეტონხატუმი-თა და ხორაუმიანი ბუნკერებით. აკრძალულია ამ მიზნით ლენტური და ციბრა-

რადიაციული დაცვის ბეტონებისათვის გამოყენებული  
მასალები

მ ა ს ა ლ ა	ბეტონის სიმკვრი- ვი, კგ/მ <sup>3</sup>	ბეტონის გამოყენე- ბის მაქსიმალური ტემპერატურა, °C
<u>ზემშივე ბეტონები</u>		
რკინის მადნის შემცველები: მაგნეტიტი ბარიტი	2800-3600 3000-3600	350-1000 100
მეტალურგიული წარმოების მოსამზადებელი კაჭმი	3200-3600	1000
ლითონის შემცველები (ლითონის ან თუჯის ქვიშა, ჯარი)	6200-მდე	200
<u>წყალბადზე მცველი (პიდრატული) ბეტონები</u>		
სერპენტინიტი	2100-3200	200-450
<u>ბორზე მცველი ბეტონები</u>		
ბორის კარბიდი	-	2000
კალციუმის ორწყლიანი ბორიდი	-	200
აშარიტის მადანი	-	500
დატოლითის მადანი	-	200

ციული ტრანსპორტირების, ვიბრობუნკერებისა და ვიბროხორბუშების გამოყენება. ზემშივე ბეტონის თავისუფალი ჩაყრა დასაშვებია მხოლოდ I მ-მდე სიმაღლიდან.

სერპენტინიტულ, მადნისულ და ლითონის შემცველებზე დაზადებული ბეტონის ნარევის ჩაგება ხდება ჰორიზონტალურ შრეებად და მათ გამოკვრივებას აწარმოებენ შიგა ვიბრატორებით. ამ პირობებში შრის სისქე არ უნდა აღემატებოდეს ვიბრატორის მუშა ნაწილის სიგრძეს. ლითონის შემცველებზე და-

მზადებული ბეტონების გამოყენებისას სამუშაოთა წარმოება დასაშვებია მხოლოდ გარემოს დადებითი ტემპერატურის დროს.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ბეტონის ხარისხს. ბეტონის სიმკვრივის განსხვავება საპროექტო მონაცემიდან დასაშვებია მხოლოდ 3 %-მდე.

#### 4.9. 3 მთავამედვეგი და ტუბამედვეგი ბეტონები

გამოყენებული მასალებისა და ღიზირების მიხედვით მთავამედვეგი ბეტონები შეიძლება იყოს: მაღალმთავამედვეგი, რომელიც უძლებს მაღალი კონცენტრაციის სიმთავეთა ზემოქმედებას, და წყალმედვეგი, რომელიც უძლებს წყალში გახსნილ სიმთავეთა ზემოქმედებას.

მთავამედვეგი ბეტონების დასამზადებლად გამოიყენება:

მხევადი მინა ნატრიუმის ან კალიუმის სილიკატი მჟიდა მასალისაგან; ბეტონის გამყარების ინცივატორი-ნატრიუმის სილიციუმფტორისაგან, წვრილად დაფქული შემცვლები ანდეზიტის ფქვილი;

ფხვნილი № I - დიბაზის სხმულისა და ბაზალტის დაფქვის პროდუქტი;

ქვიშა-კვარცის და სხვა მთავამედვეგი ქანებისაგან;

ლორღი - მთავამედვეგი ქანებისაგან (ანდეზიტი, კვარცი, კვარციტი, გრანიტი, მთავამედვეგი კერამიკა).

მთავამედვეგი ბეტონის შედგენილობის შერჩევისას მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ მისი ადუდაბებისათვის მხევადი მინის რაოდენობა უნდა იყოს 300 კგ/მ<sup>3</sup>-ზე მეტი, ხოლო წვრილად დაფქული შემცვლები კი I,5-ჯერ მეტი, ვიდრე მხევადი მინის ხარჯი.

მთავამედვეგი ბეტონის ნარევის ცალკეული კომპონენტების გამოყენების პირობები დეტალურადაა აღწერილი სპეციალურ ლიტერატურაში, კერძოდ, სამშენებლო ნორმებისა და წესების III ნაწილის მე-15 თავში ( СНиП - III-15-76).

ბეტონის ნარევის ძვრადობა მიღებულია 4.20 ცხრილის მონაცემების მიხედვით.

ბეტონის ნარევის მხევად მინაზე დაზადების დროს იძულებითი მოქმედების ბეტონის საზედში პირველად უნდა ჩაიტვიროთ ყველა ფრაქციის ლორღი და ქვიშა. შემდეგ იყრება ფხვნილისებრი მასალების ნარევი. მათი არევა ხდება I წუთის განმავლობაში, შემდეგ ნარევის ემატება მხევადი მინა და კვლავ ირევა I-2 წუთს. გრავიტაციული მოქმედების საზედებში მშრალი მასალების არევის დრო 2 წუთამდე იზრდება, ხოლო ყველა კომპონენტის ჩატვირთვის შემდეგ არევის პროცესი 3 წუთამდე გრძელდება.

ბეტონის ნარევის დაზადება, ტრანსპორტირება და ჩაგება უნდა ხდებოდ-

მჟავამდეგი ბეტონის ნარევის ძვრადობის რეკომენდებული სიდიდეები

მჟავამდეგი ბეტონის გამოყენების არე	კონუსის ჯღომა, სმ	სიხისტის მაჩვენებელი, ს
იატაკები, დაუარმატურებელი კონსტრუქციები, მოცულობათა და აპარატების ამონაჯი	0-1	30-50
10 სმ-ზე მეტი სისქის იშვიათად დაარმატურებული კონსტრუქციები	3-5	20-25
ახელკედლიანი ხშირად დაარმატურებული კონსტრუქციები	6-8	5-10

დეს  $10^{\circ}\text{C}$  -ზე ჰაერის ტემპერატურის დროს.

ახევად მინაზე ბეტონის ნარევის ჩაგება ხორციელდება ციბრატორების საშუალებით. თითოეული შრისათვის ციბრირების დრო 1-2 წუთია. ნარევი უნდა ჩაიგოს შეუწყვეტლივ ერთი შრის გამკვრივების პროცესის დამთავრების შემდეგ, შემდგომი შრის ჩაგება უნდა მოხდეს ერთ საათზე ნაკლებ დროში.

მჟავამდეგი ბეტონის გამყარება პირველი 7 დღე-ღამის განმავლობაში უნდა მიმდინარეობდეს არანაკლებ  $10^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურის დროს. ახევად მინაზე დაშაბებული ბეტონის ნარევის გამყარების პროცესის დაჩქარების მიზნით მისი გაშრობა დასაშვებია  $60^{\circ}\text{C}$  -მდე ტემპერატურის ქვეშ.

კონსტრუქციის ქიმიური შედეგობის ამალეების მიზნით მჟავამდეგი ბეტონის ზედაპირს მიზანშეწონილია ორჯერ წაესვას 25-40 %-იანი კონცენტრაციის გოჯირდმჟავას ხსნარით.

ტუტემდეგი ბეტონები, როგორც წესი, გამოიყენება ისეთი კონსტრუქციების და ნაგებობების ასაგებად, რომლებიც ექსპლუატაციის პროცესში  $80^{\circ}\text{C}$  -მდე ტემპერატურის პირობებში განიცდის ტუტეხსნარების ზემოქმედებას.

ტუტემდეგ ბეტონებში მჭიდრად გამოიყენება დაბალალუმინატური პორტლანდ-დეჰემენტები და სულფატმდეგი წიდა პორტლანდდეჰემენტები. ამ ბეტონებისათვის აკრძალულია თიხამიწოვანი ცემენტების გამოყენება.

ტუტემდეგი ბეტონებისათვის, რომლებიც ცივი ტუტეთა ხსნარის ( $30^{\circ}\text{C}$  -მდე) ზემოქმედებას განიცდიან, დასაშვებია მსხვილი შემესვების სახით მკვრივი ამონაფრქვევი ქანების ლორღის, გრანიტის, დიამაზის, ბაზალტის და ა.შ. გამოყენება. იმ შემთხვევაში, თუ ბეტონი ცხელი ტუტე ხსნარის ( $30^{\circ}\text{C}$  -ზე მეტი) ზემოქმედებას განიცდის მსხვილი შემესვების სახით იყე-

ნებენ მკრივი კარბონატული ჯიშების ლორღს. ასეღებია: კირქვა, დოლომიტი, მაგნეზიტი და სხვ. ასეთი ლორღის წყალშემცველობა 5 %-მდე უნდა იყოს. სიმტკიცის ზღვარი იმ ქანებისა, რომღებისგანაღ მზადდებღ ლორღი, წყალნაჯერ მდგომარეობაში უნდა იყოს არანაკლები 400 კგძ/სმ<sup>2</sup>.

როცა ბეტონზე ზემოქმედი ტუტე ხსნარის კონცენტრაცია 10 %-მდეღ და მისი ტემპერატურა 30<sup>0</sup>C არ აღემატებღ, წვრილი შემესების სახიღ შესაძლებელიღ ჩვეულებრივი ქვიშის გამოყენებღ. იმ შემთხვევაში, როცა ტუტე ხსნარის კონცენტრაცია 10 %-ზე მეტია, ან ხსნარის ტემპერატურა 30<sup>0</sup>C -ზე მაღალიღ, საჭიროღ ტუტემეღევი ქანების (კირქვა, დოლომიტი, მაგნეზიტი და ა.შ.) დამსხვრევის შედეგად მიღებული ქვიშის გამოყენებღ.

ტუტემეღევი ბეტონის შედგენილობის შერჩევა უნდა მოხდეს 4.21 ცხრიღში მოყვანილი მონაცემების მიხედვით.

ც ხ რ ი ღ ი 4.21

მონაცემები ტუტემეღევი ბეტონის შედგენილობის შერჩევისათვის

ტუტის კონცენტრაცია, %	ტუტის ტემპერატურა, 0C	ბეტონის სიმკვრივე	წყალი ცემენტი არა უმეტესი	შემესები ბეტონისათვის	
				ქვიშა	ლორღ
10-მდე	30-მდე	ჩვეულებრივი	0,6	ჩვეულებ.	ჩვეულებრივი
10-მდე	30-80	ამაღლებული	0,5	ტუტემეღევი	ტუტემეღევი
10-ზე მეტი	30-მდე	ამაღლებული	0,5	ჩვეულებრივი	ტუტემეღევი
10-ზე მეტი	30-80	ზემკვრივი	0,4	ტუტემეღევი	ტუტემეღევი

4.10. სამუშაოთღ მიღებღ და ხარისხის კონტროლი

შენებლობის პროცესში სისტემატურად ტარდებღ მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების აგებასთან დაკავშირებული ყვეღა ოპერაციის კონტროლი. მოწმებღ ყალიბის სისწორე, საარმატურო სამუშაოების სიზუსტე და ჩაგებული ბეტონის ხარისხი. სამუშაოთღ შესრულების კონტროლს ამოწმებენ СНиП - III-15-76 მიითიღების მიხედვით.

ყალიბის, ხარაჩოს და მათი სამაგრი ეღემენტების დაყენების სისწორის

შემოწმების დროს პირველ რიგში უნდა დადგინდეს შესრულებული სამუშაოები რამდენად ეთანხმება პროექტს. ყალიბის ზომებში დაშვებული გადახრები არ უნდა აღემატებოდეს დასაშვებ ნორმატიულ სიდიდეებს (ცხრ. 4.22). განსაკუთრებულ ყურადღებას მოითხოვს საარმატურო და ბეტონის სამუშაოები. ამ პროცესის დროს მიზანშეწონილია ჩატარდეს არა მარტო ოპერაციული, არამედ შემოსვლის და მიღების კონტროლიც.

შემოსვლის კონტროლი ითვალისწინებს შშენებლობაზე შემოტანილი პროექციის კონტროლს, ანუ იმ მასალების ხარისხის შემოწმებას, რომლებიც არმატურის კარკასისა და ბეტონის დასამზადებლად გამოიყენება.

ოპერაციული კონტროლი ტექნოლოგიური პროცესების (ყალიბის გაკეთება, არმატურის ბეტონში ჩაგება) ჩატარების ერთგვარი შემოწმებაა გარკვეული ოპერაციების შესრულების პერიოდში ან მათი დამთავრების შემდეგ.

კონტროლი კონსტრუქციის შემოწმების საფუძველზეა აგებული და იგი საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ ამა თუ იმ ნაგებობის (კონსტრუქციის) ექსპლუატაციაში გაშვების ვარგისიანობა.

მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის სამუშაოთა შესრულების დროს კონტროლი სრულყოფილი უნდა იყოს, ე.ი. ყველა ეტაპზე უნდა შემოწმდეს დაზაღების სამუშაოთა ხარისხი.

საარმატურო სამუშაოთა შესრულება გამუდმებულ მეთვალყურეობას მოითხოვს. ეს სამუშაოები განეკუთვნება ფარული სახის სამუშაოებს. ამიტომ, მათი მიღების დროს ყველა დასაშვები გადახრა პროექტიდან გაფარმებული უნდა იყოს აქტით. დაბეტონების წინ გულისყურით მოწმდება არმატურის პროექტთან შესაბამისობა და არსებული გადახრების შედარება დასაშვებ სიდიდეებთან (ცხრ. 4.22).

ბეტონის სამუშაოთა ხარისხი, როგორც დაბეტონების პროცესში, ისე დაყოვნების პერიოდში, მოწმდება რეგულარულად. ბეტონის ჩაგების დროს ამოწმებენ მის ძვრადობას და ადვილჩაწყობადობას.

ბეტონის კუმშვაზე სიმტკიცის კონტროლის მიზნით იცდება ნიმუშების ლერია. ყოველ სერიაში უნდა იყოს არანაკლებ სამი ნიმუშისა. ნიმუში წარმოადგენს 150 X 150 X 150 მმ სტანდარტული ზომის კუბს.

შესაძლებელია აგრეთვე სხვა ზომის კუბის ან ცილინდრის დაზაღება და გამოცდა (მაგალითად, კუბის წიბო ზომით 70, 100, 200 და 300 მმ; ცილინდრი დიამეტრით და სიმაღლით 70 X 140, 100 X 200 მმ და ა.შ.). ამ შემთხვევაში, ბეტონის სიმტკიცის დადგენის მიზნით, გამოცდის შედეგს ამრავლებენ შემასწორებელ  $\alpha$  კოეფიციენტზე (ცხრ. 4.23), რომელიც ითვალისწინებს ნიმუშის ზომების განსხვავებას სტანდარტული კუბიდან.

ნიმუშები ზაღდება იმავე შედგენილობის ბეტონის ნარევიდან, რომელიც კონსტრუქციის ასაგებად გამოიყენება. ნიმუშები უნდა ინახებოდეს ისეთსავე პირობებში, როგორშიც მყარდება კონსტრუქციაში ჩასხმული ბეტონი. შემ-



სიდიდეები გადახრებისა, რომლებიც დასაშვებია მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციებისათვის

№ რიგ.	გ ა დ ა ხ რ ა	დასაშვები გადახრის სიდიდე
1.	<p>კონსტრუქციის მთელ სიმაღლეზე ვერტიკალიდან ან სიბრტყეების და მათი გადაწყვეთი ხაზების საპროექტო დახრიდან:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- საძირკვლებისათვის</li> <li>- კედლებისა და სვეტებისათვის, რომლებზეც ეყრდნობა მონოლითური გადახურვები</li> <li>- კედლებისა და სვეტებისათვის, რომლებზეც ეყრდნობა ასაწყობი კოჭოვანი გადახურვები</li> <li>- შენობა-ნაგებობის სრიალა ყალიბით აგებული კედლებისათვის, რომლებსაც შუალედი გადახურვები არა აქვთ</li> <li>- შენობა-ნაგებობის სრიალა ყალიბით აგებული კედლებისათვის, რომლებსაც შუალედი გადახურვები აქვთ</li> </ul>	<p>± 20 მმ</p> <p>± 15 მმ</p> <p>± 10 მმ</p> <p>1/500 ნაგებობის სიმაღლისა, მაგრამ არა უმეტესი 100 მმ</p> <p>1/1000 სიმაღლის, მაგრამ არა უმეტესი 50 მმ</p>
2.	<p>ჰორიზონტალური სიბრტყეებისათვის შესამოწმებელი უბნის მთელ სიბრტყეზე</p>	<p>± 20 მმ</p>
3.	<p>პროექტიდან ბეტონის ზედაპირის ადგილობრივი გადახრები კონსტრუქციის 2 მ სიგრძის ლარტყით შემოწმებისას, გარდა საყრდენი ზედაპირისა</p>	<p>± 5 მმ</p>
4.	<p>ელემენტის სიგრძეში ან მაღში</p>	<p>± 20 მმ</p>
5.	<p>ელემენტის განივი კვეთის ზომებში</p>	<p>+ 6 მმ, - 3 მმ</p>
6.	<p>ლითონის და რკინაბეტონის სვეტების ან სხვა საყრდენებად გამოყენებული ასაწყობი ელემენტების ზედაპირებისა და ტასაყოლებელი დეტალების ნიშნულებისათვის</p>	<p>- 5 მმ</p>
7.	<p>საანკერო ჭანჭიკების განლაგებაში:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- გეგმაში საყრდენი კონტურის შიგნით</li> <li>- გეგმაში საყრდენი კონტურის გარეთ</li> <li>- სიმაღლეში</li> </ul>	<p>5 მმ</p> <p>10 მმ</p> <p>+ 20 მმ</p>
8.	<p>პირაპირში ორი მომიჯნავე ზედაპირის ნიშნულების განსხვავება სიმაღლეში</p>	<p>3 მმ</p>

კუშშვაზე ბეტონის სიმტკიცის მასშტაბურობის ო კოეფიციენტის რიცხობრივი მნიშვნელობები

ნიმუშის ფორმა და ნომინალური ზომები, მმ	მასშტაბურობის ო კოეფიციენტის მინიმალური მნიშვნელობა
კუბი წიბოთი:	
70	0,85
100	0,95
150	1,0
200	1,05
300	1,10
ცილინდრი დიამეტრით და სიმალით:	
70 X 140 და 100 X 20	1,16
150 X 300	1,20
200 X 400	1,24
300 X 600	1,28

დეგ ნიმუშებს ცდიან კუშშვაზე დაშლამდე. გამოცდის დრო უნდა ემთხვეოდეს ბეტონისათვის მოცემული სიმტკიცის მიღებულ ვალებს.

ბეტონის სიმტკიცის დადგენა შესაძლებელია ბეტონის დაშლის გარეშე უშუალოდ კონსტრუქციაში. ამის საშუალებას იძლევა ე.წ. ბეტონის არამრღვევი გამოცდა. ამ მიზნით გამოიყენება შემდეგი მეთოდები: აკუსტიკური, ანუ ულტრაბგერის მეთოდი (ГОСТ 17624-78); დრეკადი უკუსხლეტის და პლასტიკური დეფორმაციის მეთოდი (ГОСТ 22690.1-77); კაშკაროვის ეტალონური ჩაქურჩის მეთოდი (ГОСТ 22690.2-77); მოწყვეტის მეთოდი (ГОСТ 22690.3-77) და კონსტრუქციის წიბოს ჩამოხეიქვის მეთოდი (ГОСТ 22690.4-77).

ბეტონის დაუშლელად გამოცდისათვის შესაძლებელია სხვადასხვა სახის ულტრაბგერული აპარატურის (УФ - 90 ПЦ; УК - 10 П, „Бетон - 8 УРЦ“, УК - 16) და მექანიკური ხელსაწყოების (КМ, ДПГ - 4; კაშკაროვის ტიპის ეტალონური ჩაქურჩი, ГПНВ-5; ГПИС - 4) გამოყენება.

არამრღვევი მეთოდებით ბეტონის სიმტკიცის დასადგენად საჭიროა ბეტონის სიმტკიცესა და ხელსაწყოს მაჩვენებლებს შორის არსებული გრადუირებული დამოკიდებულების გამოყენება. ამ დამოკიდებულების დასადგენად ტარდება პარალელური გამოცდები პრესის ქვეშ. სათანადო სიზუსტის უზრუნველსაყოფად ბეტონის გამოცდელი ნიმუშების (საკონტროლო კუბების) რაოდენობა უნდა იყოს არანაკლები 20 სერიისა.

პრესის ქვეშ საკონტროლო ნიმუშების გამოცდის და არამრღვევი მეთოდებით შემოწმების შედეგების მიხედვით აწარმოებენ სტატისტიკური მეთოდი ბეტონის სიმტკიცის შეფასებას (ГОСТ 18105.0-80; ГОСТ 18105.2-80). აქ მხედველობაში მიიღება ბეტონის ფრაქციული ერთგვაროვნობა, რომელიც ვარიაციის კოეფიციენტით ხასიათდება. ბეტონის მაღალი ერთგვაროვნობის დროს პროექტით მიღებული ბეტონის სიმტკიცის ნორმატიული მნიშვნელობა უზრუნველყოფილია ნორმირებულზე მცირე საშუალო სიმტკიცით. ეს მდგომარეობა ცემენტის ეკონომიის საშუალებას იძლევა.

ნიმუშების გამოცდის მიხედვით ვარიაციის კოეფიციენტი

$$v = \frac{S}{R} 100,$$

არამრღვევი მეთოდებით კონტროლის დროს

$$v = K_{\text{წ}} \frac{S_{\text{ნორმ}}}{R},$$

სადაც  $R$  არის ბეტონის საშუალო სიმტკიცე;

$S$  - ბეტონის სიმტკიცის საშუალო კვადრატული გადახრა;

$S_{\text{ნორმ}}$  - იგივე, არამრღვევი მეთოდებით კონტროლის დროს;

$K_{\text{წ}}$  - ნიმუშების გამოცდის და არამრღვევი გამოცდების შედეგების შეთანხმებულობის კოეფიციენტი.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_n)^2}{n - 1}},$$

$$S_{\text{ნორმ}} = \sqrt{S^2 + S_T^2},$$

სადაც  $R_i$  არის ბეტონის ნიმუშების სიმტკიცე ან გარკვეული უბნის ბეტონის სიმტკიცე დადგენილი არამრღვევი მეთოდით;

$n$  - ნიმუშების ან უბნების რაოდენობა; რომელთა მიხედვითაც ხდება ბეტონის სიმტკიცის შემოწმება არამრღვევი მეთოდით;

$S_T$  - „არამრღვევი მეთოდი - ბეტონის სიმტკიცე“ გრადულირებული და მოკიდებულების მარცენებლის საშუალო კვადრატული გადახრა.

$K_{\text{წ}}$  მნიშვნელობას ანგარიშობენ ფორმულით

$$K_{\text{წ}} = v_{\text{კუბ}} / v_{\text{ა.მ}},$$

სადაც  $v_{\text{კუბ}}$  არის ბეტონის სიმტკიცის ვარიაციის კოეფიციენტი დადგენილი ნიმუშების გამოცდის საფუძველზე;

$v_{\text{ა.მ}}$  - იგივე, დადგენილი არამრღვევი მეთოდით მიღებული შედეგების მიხედვით.

ბეტონის მოთხოვნილი სიმტკიცე გაიანგარიშება ფორმულით

$$R_{\text{მოთხ.}} = (K_{\text{მოთხ.}} 100) R_{\text{ნორმ.}}$$

სადაც  $R_{\text{ნორმ.}}$  არის ნორმატიული სიმტკიცე (სათანადო კლასის მიხედვით);  
 მოთხოვნილი სიმტკიცის კოეფიციენტი, რომელიც კონტროლის  
 დროს ვარაიაციის კოეფიციენტის სიდიდის მიხედვით მიიღება  
 მძიმე და მსუბუქი ბეტონებისათვის (ცხრ. 4.24).

ც ხ რ ი ლ ი 4.24

$K_{\text{მოთხ.}}$  ცნობილი ვარაიაციის კოეფიციენტის სქემით კონტროლის  
 დროს ბეტონის მოთხოვნის სიმტკიცის  $K_{\text{მოთხ.}}$  კოეფიციენტი

ვარაიაციის V კოეფიციენტი, %	$K_{\text{მოთხ.}}$ მნიშვნელობა ბეტონის ნიმუშების ან კონსტრუქციის შემოწმებული უბნების რაოდენობის დროს				
	2	3	6	10	30 და მეტი
5	84	83	83	82	81
6	86	85	85	84	83
7	88	88	87	86	85
8	91	90	89	89	87
9	94	93	92	91	89
10	97	96	94	94	92
11	100	99	97	96	94
12	103	102	100	99	97
13	106	105	103	102	100
14	110	108	106	105	102
15	114	112	110	108	106
16	118	116	113	112	109
17	122	120	117	116	112
18	126	124	121	120	116
19	-	129	125	124	120
20	-	-	130	128	124

#### 4.11. უსაფრთხოების ტექნიკა

ყალიბის და არმატურის მონტაჟის დროს, ასევე ბეტონის ნარევის ჩასხმისას, განსაკუთრებული ყურადღებაა საჭირო საყრდენი და დამჭერი კონსტრუქციების სიმტკიცისა და მდგრადობის უზრუნველსაყოფად. ასევე უნდა შემოწმდეს არმატურის კარკასების და საყალიბო ბლოკების აწევისა და მონტაჟისათვის გამოყენებული სატაკელაჟო მოწყობილობათა სიმტკიცე.

საყალიბო სამუშაოებს, რომლებიც დასაშლელ-გადასატანი ფარისებრი ყა-

ღიბების დაყენებასთანა დაკავშირებული, აწკალა კიბეები და გადასატანი ხარაჩოებით აწარმოებენ. კედლის ყალიბის დაყენებისას ყალიბის ორივე მხრიდან სიმალღებზე, ყოველი I, 8 მ-ის შემდეგ აწკობენ შემოღობილ ფენი-ღებს.

ყალიბის 8 მ სიმალღემდე დაყენებისას გამოიყენება I მ სიმალღის მოჯირიანი ხარაჩოები. როცა ყალიბს 8 მ-ზე უფრო მაღლა აყენებენ, აუცილებელია მოეწყოს 70 სმ-ზე მეტი სიგანის შემოღობილი ფენილი და ყალიბი დაეყრდნოს სპეციალურ დამჭერ ხარაჩოს.

ხარაჩოებისა და ყალიბების მონტაჟს 5 მ-ზე უფრო მაღალ სიმალღებზე უნდა აწარმოებდნენ სპეციალური განათლების მქონე ე.წ. მემალღივე მუშები. მუშაობის დროს აუცილებელია დამცველი ქაპრების ხმარება.

ხოკერებს და ყალიბის მსხვილბანელიან ელემენტებს, ასევე ხარაჩოების გამსხვილებულ ელემენტებს, რომლებიც ამწის საშუალებით იღებება, უნდა აქონდეს დიდი სიხისტე და წარმოადგენდეს გომეტრიულად უცვლელ კონსტრუქციას.

ყალიბის დაშლა შეიძლება მხოლოდ სამშენებლო ორგანიზაციის მთავარი ინჟინრის ნებართვით. იგი უნდა დაიშალოს ფრთხილად, ისე, რომ ყალიბის რემელიმე ელემენტი არც გადმოვარდეს და არც დამჭერი ხარაჩო ჩამოიკეცეს. ელემენტები მოხსნისთანავე უნდა დაეწყოს მიწაზე, დახარისხდეს და დაშტაბედეს. ყალიბის ელემენტები მიწაზე უნდა დაუშვან ამწის ან ჯალამბრის საშუალებით.

არმატურა უნდა დაშაადდეს სპეციალურ სათავსებში, ჩარხებზე და მოწყობილობაზე, რომლებიც მკვირვალა და მამგრებული იატაკზე. მათი მოძრავი ნაწილები უნდა შემოწმდეს, ყველა დანადგარი, რომელიც ელექტროენერგიით იკვებება, აუცილებლად უნდა დამიწდეს. ასევე აუცილებელია დამიწდეს როგორც შესადულებელი კონსტრუქციები, ისე შემდულებელი დანადგარისა და ვიბრატორის ლითონის ყველა ნაწილი. ელექტროშედულებით სამუშაოების წარმოების და ბეტონის ნარევის ვიბრირების დროს მუშებს, რომლებიც ბეტონის ნარევის ციბრაციაზე მუშაობენ, უნდა ეცვათ რუხინის ჩექმები. შემდულებელ მუშებს უნდა აქონდეთ ინდივიდუალური დაცვის საშუალებები: რუხინის ჩექმები, ხელთათმანები, სპეცტანსაცმელი, დამცველი ნიღაბი და ა.შ.

ცალკეული რკინაბეტონის ელემენტების არმატურის მონტაჟი უნდა წარმოებდეს 0,8 მ-ზე მეტი სიგანის მუშა-ფენილიდან. მუშა-ფენილი ეწყობა ყალიბის გვერდითი მხრიდან და შემოღობილია მოჯირით. მუშა-ფენილზე მიყვლებულია კიბე, რომლითაც სარგებლობენ მუშები. სვეტების არმატურის ცალკეულ ღეროებს ფენილიდან აყენებენ.

ბეტონის ნარევი მექანიზებულ დანადგარებზე უნდა შაადდებოდეს. მუშებს, რომლებიც ცემენტს აწვდიან, უნდა აქონდეთ დამცველი საშუალებები და ეცვათ სპეციალური ტანსაცმელი. ქიმიური დანამატებით ბეტონის ნარევის მომ-

ზადებისას აუცილებელია მუშების დაცვა დამწვრობის, თვალების დაზიანებისა და მოწამვლისაგან. ბეტონსარევი მანქანების დოლების გაწმენდა ბრუნვის დროს დაუშვებელია. მათი და სხვა მსგავსი დანადგარების (ბეტონსატუმბი, ცემენტის სატყორცნი და სხვ.) გაწმენდა შეიძლება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ჩამრჩი გამორთულია.

ბეტონსატუმბი იდგება იმგვარად, რომ მის გარშემო იყოს არანაკლებ I მ სიგანის გასასვლელი. ზამთრის პირობებში შეკუმშული ჰაერით ბეტონსატარის გამოქრვის დროს მუშები არ შეიძლება IO მ-ზე ახლოს იყვნენ ბეტონსატარის გამოსავალ ნახვრეტთან.

მუშები, რომლებიც ცემენტსატყორცნს ან შპრიცბეტონს ემსახურებიან, დამცველი სათვალეებით უნდა მუშაობდნენ. დიდი ყურადღება უნდა მიაქციონ მანომეტრის მარეწებელს, არ უნდა დაუშვან წნევის აწევა ინსტრუქციაში მოცემულ სიდიდეზე მაღლა. მუშაობის დაწყების წინ უნდა შეამოწონ სახელმწიფო სამო-ტექნიკური ზედამხედველობის მოთხოვნათა შესაბამისად ამ მანქანათა ტექნიკური დოკუმენტაცია სათანადო გამოცდების ჩატარებით.

ბეტონსატარ ესტაკადებს და ფენილებს აკუმენ სათანადო გაანგარიშების საფუძველზე და ლობავენ.

დაბეტონებას იწყებენ ბეტონის დამგები მანქანა-დანადგარების გულდასმით შემოწმების შემდეგ. ბადიათი ბეტონის ნარევის მიწოდების დროს თვითნებურად არ უნდა გაიხსნას ბადიის საკეტი. ნარევის ბადიიდან გადმოტვირთვისას, დინამიკური გადატვირთვის თავიდან ასაცილებლად, მანძილი ბადიის ძირიდან განტვირთვის სიბრტყემდე I მ-ს არ უნდა აღემატებოდეს. ზამთრის პირობებში მუშაობის დროს შრომის დაცვისა და ხანძარსაწინააღმდეგო ტექნიკის მიმართ დამატებითი მოთხოვნებია: განსაკუთრებული ყურადღება მიექცეს იმას, რომ ბეტონის ელექტროგახურების დროს მომუშავე ელექტროდენით არ დაშავდეს. ელექტროგახურების უბნები ღვე-ღამის განმავლობაში ელექტრომონტორების მეთვალყურეობის ქვეშ უნდა იყოს. ამ უბნებზე უნდა იყოს სათანადო გამაფრთხილებელი წარწერები, პლაკატები და ხანძარჩასაქრობი საშუალებები. ელექტროდანადგარების ორბიტალური ქსელების მომსახურებაზე ან თერმოდამუშავების რეჟიმის კონტროლზე დაიშვებიან მხოლოდ სპეციალურად მოზადებული სპეციალისტები.

ყველა სახის სამუშაოს, რომელიც დაკავშირებულია ელექტროინსტრუმენტების, შესადულებელი დანადგარების ან ბეტონის ელექტროგახურების მოწყობილობების მომსახურებასთან, მხოლოდ ელექტრომონტორები აწარმოებენ.

5. ბ ე ტ ო ნ ის ა და რ კ ი ნ ა ბ ე ტ ო ნ ის  
ს ა მ უ შ ა ო თ ა წ ა რ მ ო ე ბ ის  
და პ რ ო ე კ ტ ე ბ ა

5.1. პროექტის შედგენილობა, საწყისი მონაცემები

მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების აგების ტექნიკური გადაწყვეტილების პროექტი მოიცავს ყალიბის და არმატურის დაყენებას, ბეტონის ნარევის ჩაგებას, მის მოვლას დაყოფების და გამყარების პერიოდში და განყალიბებას. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ სამუშაოს თავისი სპეციფიკურობა ახასიათებს და მათ სხვადასხვა პროფესიის მუშები ასრულებენ. ამიტომ ამ სამუშაოთა შესასრულებლად რაციონალურია გამოყენებულ იქნეს წარმოების ნაკადური მეთოდი და თითოეული სახის სამუშაოსათვის გამოიყოს ცალკეული მონაზომები.

ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოთა წარმოების პროექტი უნდა მოიცავდეს შემდეგ საკითხებს: საყალიბო, საარმატურო, ბეტონის და განყალიბების სამუშაოთა მოცულობების და შრომატევადობის განსაზღვრას, მონაზომების რაოდენობის გაანგარიშებას, მუშაობა ბრიგადების შედგენილობის დადგენას და ნაკადის გრაფიკის შედგენას. ასევე უნდა განისაზღვროს მანქანათა და დანადგართა ტიპი და რაოდენობა, დამუშავდეს მუშაობა შრომის ორგანიზაციის და ცალკეულ სამუშაოთა პროცესების შესრულების სქემები. გარდა ამისა, უნდა გამოანგარიშდეს სამუშაოთა ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები, შედგეს რეკომენდაციები უსაფრთხოების ტექნიკისა და ხარისხის კონტროლის მიმართ და სამუშაოთა წარმოების პროცესების შესრულების გრაფიკები. პროექტის შესრულებისათვის საწყისი მონაცემების აღება საჭიროა ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების სამუშაო ნახაზებიდან, სამუშაოთა შესრულების დადგენილი ვაფების და СНИП III-15-75 მიითებამთა გათვალისწინებით.

სამუშაოთა განზომილების ერთეულის მოცულობათა და შრომატევადობის გაანგარიშება უნდა ჩატარდეს ერთიანი ნორმების და განფასებების ( ЕННР ) მე-4 კრებული, პირველი გამოშვების საფუძველზე. განზომილებებად მიღებულია: ბეტონის ნარევის ჩაგებისათვის მ<sup>3</sup>, ლეროვანი არმატურის დაწყობისათვის ტონა, არმატურის კარკასებისათვის ცალი, ყალიბის დაშვებისათვის მ<sup>2</sup>, დამჭერი ხარაჩების სვეტებისათვის მეტრი.

5.2. ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოთა ნაკადური  
წარმოების დაპროექტება

ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოთა ნაკადური მეთოდი წარმოებისას

განისაზღვრება ტექნოლოგიური, სივრცული და დროის პარამეტრები.

ტექნოლოგიური პარამეტრების საშუალებით ადგენენ ობიექტის რაციონალურ დანაწილებას მონაზომებად და იარუსებად, რომლებზეც ტექნოლოგიური მიმდევრობით ასრულებენ სამუშაოთა მთელ კომპლექსს. მონაზომის უმცირესი ზომები მიიღება მინიმალური შემადგენლობის მუშათა რგოლის დატვირთვის პირიდან, რომლებიც ცვლის განმავლობაში ასრულებენ ყველაზე უფრო შრომატევად საქმეს. მონაზომის და იარუსის ზომას უკავშირებენ ნაგებობის კონსტრუქციულ გადაწყვეტას, ხოლო მათ საზღვრებს განსაზღვრავენ გეგმაში და სიმაღლეზე მუშა ნაკერების მოწყობის საშუალებიდან. მხედველობაში უნდა მივიღოთ ყალიბის საჭირო ბრუნვალობის უზრუნველყოფაც.

მრავალსართულიან შენობებში იარუსად მიიღება ერთი სართული, სექციისა და გადახურვის ჩათვლით. პირველ იარუსად ითვლება საძირკველი.

დროის პარამეტრები ახასიათებს მონაზომებზე ცალკეული პროცესების შესრულების ხანგრძლივობას.

ნაკადური მეთოდით ყველაზე უფრო მკაფიოდ მუშაობის ორგანიზება შეიძლება, როცა შრომატევადობით მონაზომები ერთნაირია და მათზე ცალკეული პროცესები (კერძო ნაკადები) ასევე ერთნაირი ხანგრძლივობისაა. ამ შემთხვევაში სამუშაოთა ნაკადი რიტმული ხასიათისაა.

რიტმული ნაკადის ძირითადი პარამეტრები განისაზღვრება გაანგარიშებით. კერძო ნაკადის ხანგრძლივობა მონაზომზე (ციკლოზობის მოდული) მიიღება ყველაზე უფრო შრომატევადი პროცესების მიხედვით. მაგალითად, სამუშაოთა საერთო ხანგრძლივობა რიტმული ნაკადისათვის განისაზღვრება ფორმულით

$$T = t_g + t_b + (m - 1) K,$$

სადაც  $T$  არის სამუშაოს საერთო ხანგრძლივობა, ცვლაში;

$K$  - ციკლოზობის მოდული (კერძო ნაკადის ხანგრძლივობა მონაზომზე);

$t_g$  - ყველა მუშაოთა ჯგუფის თითოეულ მონაზომზე ყოფნის ხანგრძლივობა, ცვლა;

$m$  - მონაზომების რაოდენობა;

$t_b$  - ბეტონის გამყარების ხანგრძლივობა, დღე-ღამე.

თუ მოცემულია სამუშაოთა შესრულების ვადა, ზემოთ მოყვანილი ფორმულიდან შესაძლებელია განვსაზღვროთ მონაზომთა რაოდენობა, რომელიც საჭიროა ობიექტის ასაგებად

$$m = \frac{T - t_g - t_b}{K} + 1$$

მონაზომების მინიმალური რაოდენობა გაიანგარიშება იმ პირობიდან, რომ კონსტრუქციებს შორის პირაპირების და მონოლითებისას ბეტონის დაყოვნების დრო უნდა უზრუნველყოფდეს მისი სათანადო სიმტკიცის მიღებას. მაშასადამე,

$$m_{\min} = P + \frac{t_b}{K},$$



სადაც  $t_g$  ბეტონის დაყოვნების ხანგრძლივობაა, ვიდრე იგი არ მიიღებს I,5 MPa -ს ტოლ სიმტკიცეს ან პროექტით მოთხოვნილი სიმტკიცეა დღეებში.

P - მუშათა ცალკეული უჯრების რაოდენობა (მეყალიბებები, მეარმატურები, და მბეტონებლები, განმეყალიბებები).

ჩვეულებრივ პირობებში მონაზომების რიცხვი 4-ზე ნაკლები არ მიიღება.

მონაზომების რაოდენობა ასევე შეიძლება განისაზღვროს ყალიბის ბრუნვალობის (n გრუნ) საჭირო რაოდენობის უზრუნველყოფის პირობიდან. რიტმული პროცესის შემთხვევაში ყალიბის ბრუნვის რიცხვი განისაზღვრება ფორმულით

$$n_{გრუნ} = \frac{T_{ყალ}}{t_g},$$

სადაც  $T_{ყალ}$  და  $t_g$  - შესაბამისად ყალიბის დაყენების დროა ყველა მონაზომზე და ყალიბის ციკლის ამბრუნების ხანგრძლივობა.

მონაზომების რაოდენობა, რომელიც უზრუნველყოფს ყალიბის ამბრუნებას,

$$m = n_{გრუნ} \left( n - I + \frac{A t_g}{K} \right),$$

სადაც A დღე-ღამეში მუშათა ცვლების რაოდენობაა;

n - ციკლური პროცესების (კერძო ნაკადების) რაოდენობა.

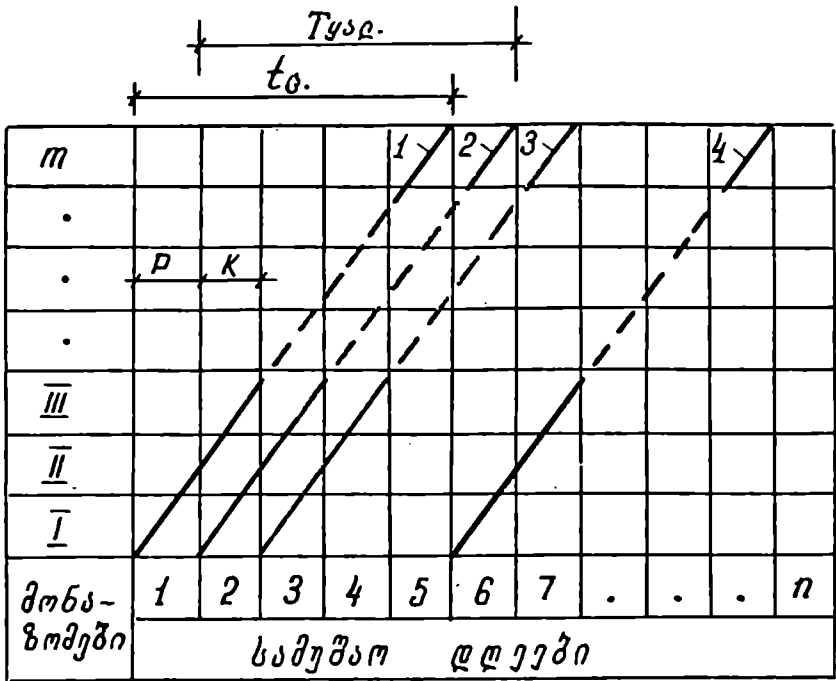
მონაზომების რაოდენობის მიხედვით განისაზღვრება თითოეულ მათგანზე მუშაობის მოცულობა, EHP-ის ან შრომითი დანახარჯების კალკულაციის საფუძველზე კი-უცალკეული პროცესის შრომატევადობა.

ყოველ ცალკეულ პროცესს ემსახურება სპეციალიზებული რგოლი, რომლის შემადგენლობა და რაოდენობა განისაზღვრება EHP-ის და სამუშაოთა პროცესების რუკების მიხედვით. მუშათა რაოდენობა სპეციალიზებულ რგოლში უნდა შეესაბამებოდეს მათ მიერ შესრულებული სამუშაოების საანგარიშო შრომატევადობას.

რკინაბეტონის სამუშაოთა წარმოების ნაკადური ორგანიზაციის დროს ყალიბის ამბრუნების დადგენა შეიძლება უშუალოდ კომპლექსური პროცესების ციკლოგრამიდან (ნახ. 5.1) ადრე მოყვანილი ფორმულის მიხედვით.

### 5.3. მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის სამუშაოთა კომპლექსური მექანიზაცია

მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების აგების დროს მეტად მნიშვნელოვანია ობიექტზე საყალიბო, საარმატურო და ბეტონის სამუშაოების საერთო კომპლექსურ-მექანიზებულ შეუწყვეტ პროცესთან ორგანიზებულად დაკავშირება. ამ მიზნით სამუშაოთა წარმოება მიმდინარეობს ნა-



ნახ. 5.1. რკინაბეტონის სამუშაოთა შესრულების  
ნაკადური პროცესის ორგანიზაციის ციკლოგრამა

I-ყალიბის დაყენება; 2-არმატურის დაყენება; 3-დაბეტონება;  
4-განყალიბება; P -ნაკადის ბიჯი; K -ციკლურობის მოდული;  
 $t_0$ -ციკლის ხანგრძლივობა;  $T_{ყაღ.}$ -ყალიბის დაყენების კერძო  
ნაკადის ხანგრძლივობა.

კადური მეთოდით მანქანათა სათანადო კომპლექსის გამოყენებით.

რკინაბეტონის სამუშაოთა კომპლექსში წამყვანი პროცესი კონსტრუქციის დაბეტონებაა, ხოლო წამყვანი მანქანა არის ის, რომელიც ბეტონის ნარევის კონსტრუქციის ყალიბში აწვდის.

კონკრეტულად განიხილავენ წამყვანი პროცესების შექანიზაციის ვარი-  
ანტს. ასეთებია ვიბროსატრანსპორტო დანადგარების გადასაადგილებელი ლე-  
ნტიანი ტრანსპორტიორების, თვითმძვავი ბეტონჩასასხმელების, ისრული ამ-  
წვების, კოშკური ამწვების, ბეტონსატუმების და სხვათა გამოყენება.

ბეტონის ნარევის ყალიბის ჩამგები მანქანების საექსპლუატაციო მწარმოებლებთან და მოკიდებულებით განსაზღვრავენ ავტობეტონსაზიდის და ციბრატორების რაოდენობას, რომელიც გამომდინარეობს შემდეგი პირობიდან

$$\Pi_{\text{ს.გ}} \leq N_{\text{ს}} \Pi_{\text{ა.მ}} < N_{\text{გ}} \Pi_{\text{ვ.მ}},$$

$$N_{\text{ს}} = \frac{\Pi_{\text{ს.მ}}}{\Pi_{\text{ა.მ}}},$$

$$N_{\text{გ}} = \frac{\Pi_{\text{ს.მ}}}{\Pi_{\text{ვ.მ}}},$$

სადაც  $\Pi_{\text{ს.გ}}$  არის წამყვანი მანქანის საექსპლუატაციო მწარმოებლებთან ცვლაში,  $\text{მ}^3/\text{ცვლა}$ ;

$N_{\text{ს}}$  - ავტობეტონსაზიდის რაოდენობა;

$N_{\text{გ}}$  - ციბრატორების რიცხვი;

$\Pi_{\text{ა.მ}}$  და  $\Pi_{\text{ვ.მ}}$  - შესაბამისად ავტობეტონსაზიდის და ციბრატორის საკუთარი საექსპლუატაციო მწარმოებლობა ცვლაში,  $\text{მ}^3$ .

წამყვანი პროცესის ინტენსივობის შესაბამისად არჩევენ მანქანათა კომპლექსს კერძო ნაკადისათვის, როგორცაა ყალიბის დაყენება, არმატურის მონტაჟი და სხვ.

კომპლექსური მექანიზაციის განხილული ვარიანტების რიცხვიდან ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარებების საფუძველზე ირჩევენ ოპტიმალურს.

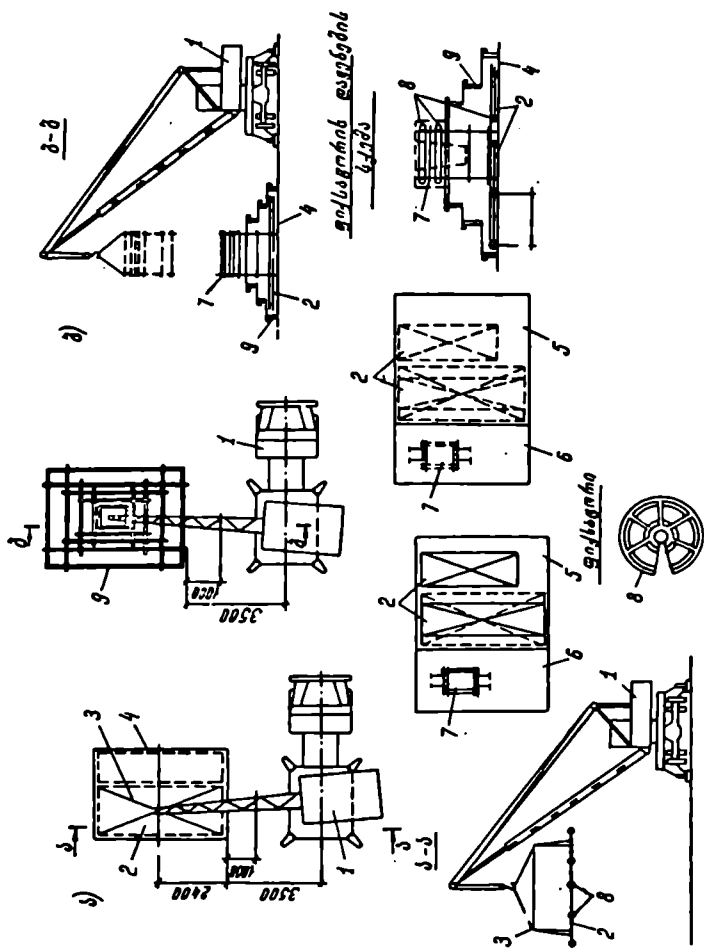
#### 5.4. მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციების აგების ტექნოლოგიური სქემები

საარმატურო, საყალიბო და ბეტონის სამუშაოები უნდა ჩატარდეს სამშენებლო ნორმებისა და წესების შესაბამისი თავების მიხედვით (СНП III-15-76).

განვიხილოთ ტექნოლოგიური სქემის შედგენილობა მონოლითური რკინაბეტონის საძირკვლის აგების შემთხვევაში.

მონოლითური ბეტონის საძირკვლების აგებისას განსაზღვრულია საარმატურო, საყალიბო და ბეტონის სამუშაოთა თანამიმდევრობითი შესრულება. სამუშაოთა შემადგენლობა მოიცავს შემდეგი სქემების განხილვას: საძირკვლების დაარმატურება; ყალიბის მონტაჟი; საძირკვლების დაბეტონება და ყალიბის დემონტაჟი.

საარმატურო სამუშაოები (ნახ. 5.2). არმატურის მონტაჟის დაწყებამდე უნდა შესრულდეს შემდეგი სახის სამუშაოები: ღრძების დაკვალვა და საძი-



ნახ. 5.2. არმატურის მონტაჟის სქემები  
 ა-არმატურის ბადეების მონტაჟი; ბ-არმატურის კარკასის მონტაჟი; 1 - სააქტომობილო აძენი;  
 2 - არმატურის ბადე; 3 - ტრამეისი; 4 - ბეტონის მომზადება; 5 - არმატურის დასაწყობი მო-  
 ელანი; 6-არმატურის კარკასების ასაწყობი მოედანი; 7-არმატურის კარკასები; 8-ფიქსატორი;  
 9-ყალიბი.

რკველის ქვეშ ბეტონის მოშხადება; სამონტაჟო ამწის მოქმედების რადიუსში საჭირო რაოდენობის არმატურის შემოტანა და საწყოში მოთავსება; სატაკელაო აღჭურვილობის, ინსტრუმენტების და შემდგომი აპარატურის სამონტაჟო სამუშაოებისათვის მოშხადება.

არმატურის მონტაჟს იწყებენ ადგილების მონიშვნით. შემდგომ საძირკვლის ფუძეზე ალაგებენ არმატურის ბადებს და აყენებენ ფიქსატორებს I მ ბიჯით ბეტონის დამცველი შრის მოსაწყობად. სვეტის ძირის დაარმატურებას ახორციელებენ სივრცული კარკასით, რომელსაც ამწის საშუალებით საპროექტო მდგომარეობაში აყენებენ.

სივრცულ კარკასებს აწყობენ ასაწყობ მოდენებზე. თავდაპირველად აყენებენ ორ ფერტიკალურ ბრტყელ კარკასს, რომელსაც დროებითი საჭიმებით ამაგრებენ, შემდეგ აყენებენ ფიქსატორებს.

არმატურის მონტაჟს აწარმოებს რგოლი, რომელიც შედგება ომხი კაცისაგან: მე-3 თანრიგის მქონე მეთრამატურე - I კაცი, მე-2 თანრიგის მქონე მეთრამატურე - 2 კაცი და მე-5 თანრიგის მქონე ელექტროშემდგომი.

დაყენებულ არმატურას იღებენ ყალიბის მოწყობამდე და აფორმებენ სათანადო აქტივით. აქტივით უნდა ჩაიწეროს სამუშაო ნახაზების ნომერი და აღნიშნოს ადგილი, თუ გვხვდება ნახაზიდან გადახვევა. ამასთან ერთად უნდა შეფასდეს სამუშაო შესრულების ხარისხი და მიეცეს დაბეტონების ნებართვა.

საყალიბო სამუშაოები (ნახ. 5.3). ყალიბის მონტაჟის დაწყებამდე საჭიროა: არმატურის ბადებისა და კარკასების დაყენება, შემოტანილი ყალიბის კომპლექტაციის სისრულის შემოწმება და ყალიბის ფარების გამსხვილებული აწყობა.

მოყვანილ სქემებზე ნაჩვენებია ორი ტიპის ყალიბის გამოყენება: დასაშლელ-გადასატანი უნიფიცირებული ყალიბი „მონოლითი“ და ლითონის ყალიბის ფორმები რკინაბეტონის მონოლითური საძირკვლებისათვის (ორივე ყალიბის კონსტრუქცია დამუშავებულია ЦНИИОМТИ -ს მიერ).

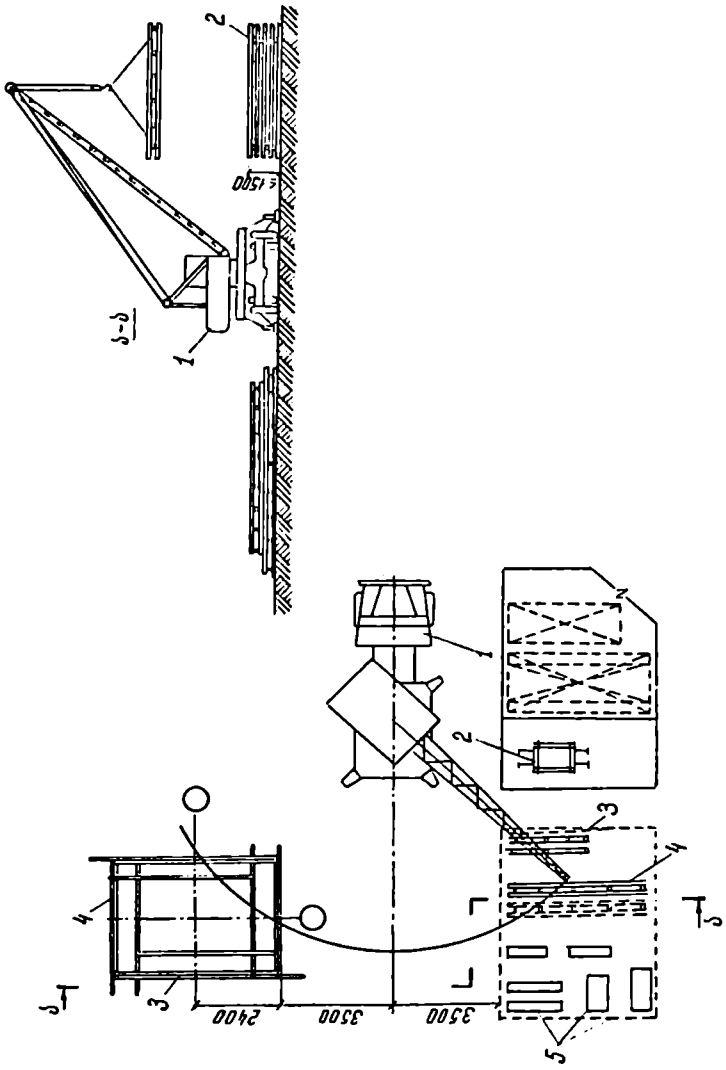
დასაშლელ-გადასატანი ყალიბის მონტაჟის დაწყებამდე ლითონის ფარებს ერთმანეთთან აერთებენ საყალიბო პანელების სახით. მათი ზომები განისაზღვრება საძირკვლის ზედაპირის ფართობით. დაყენებულ პანელებზე ამონტაჟებენ კიბეებიან კიდეულ ბაქნებს.

ყალიბის მონტაჟს აწარმოებს რგოლი, რომელიც შედგება მე-4 და მე-3 თანრიგის ორი მემონტაჟისაგან.

როგორც კი ბეტონი შეიძენს სათანადო სიმტკიცეს, მაშინვე იწყებენ ყალიბის დემონტაჟს.

ბეტონის სამუშაოები. ბეტონის ჩაგებამდე საჭიროა:

- ა) შემოწმდეს არმატურის და ყალიბის დაყენების სისწორე;
- ბ) გასწორდეს ყალიბში ყველა არსებული დეფექტი;



ნახ. 5.3. დასაშლელ-გადასატანი ყალიბის მიწაულის  
სამუშაოთა ორგანიზაციის სქემა

- 1 - საავტომობილო ამწე; 2 და 5 - არმატურის კარკასები; 3 - საჭერები;
- 4 - ღიბონის ფარები.

გ) შემოწმდეს ფიქსატორების განლაგება, რომლებიც უზრუნველყოფენ ბეტონის დამცველი შრის სათანადო სისქეს;

დ) ყველა კონსტრუქცია და მათი ელემენტები, რომლებიც იფარება დაბეტონების დროს, მიღებული უნდა იქნეს აქტივ;

ე) გაიწმინდოს ყალიბი და არმატურა ნაგვის, ჭუჭყლისა და უანგისაგან.

ვ) შემოწმდეს ყველა შექანის მისი მუშაობა, ასევე ინსტრუმენტების და სამარჯვების წესიერულობა.

ბეტონის ნარევის ტრანსპორტირება გათვალისწინებულია ავტობეტონსაზღვლების საშუალებით.

განვიხილოთ ბეტონის ნარევის ჩაგების ადგილზე მიწოდების სამი ვარიანტი:

ბეტონის ნარევის მიწოდება ამწით ბუნკერში, ავტობეტონტუმბით და ბეტონის ჩასასხმელით.

პირველ ვარიანტში გათვალისწინებულია ЦНИИОМТП -ს კონსტრუქციის ბუნკერის გამოყენება სექტორული ჩამკებით და გვერდული გადმოტვირთვით. ბუნკერის მოცულობა I მ-ია. ბუნკერში ბეტონის ნარევის მიწოდების სქემა ამწის საშუალებით მოცემულია 5.4 ნახაზზე. სამუშაოს აწარმოებს რგოლი, რომელიც შედგება მე-4 და მე-3 თანრიგის ორი შებეტონისაგან.

ავტობეტონტუმბით დაბეტონების სქემა მოცემულია 5.5 ნახაზზე. ამ სამუშაოს ასრულებს ორი კაცი - მე-5 თანრიგის მქონე ოპერატორი და მე-4 თანრიგისანი თანამშემწე.

ბეტონის შედგენილობა უნდა შეირჩეს საშენებლო ლაბორატორიაში. მუშა შედგენილობა მოწმდება ბეტონის ნიმუშების გამოდით, რომლებიც გადატუმბული ნარევის ნიმუშიდანაა დაზაადებული.

საძირკვლის დაბეტონების სქემა ბეტონის ჩასასხმელით ნარევენობა 5.6 ნახაზზე.

ბეტონის ნარევის ბეტონის ჩასასხმელით მიწოდებისას აუცილებელია შემდეგი მოთხოვნების დაცვა:

ტრანსპორტიორის დატვირთვა უნდა ხდებოდეს ისე, რომ უზრუნველყოფილი იყოს მისი მაქსიმალური (საპროექტო) მწარმოებლურობა.

ტრანსპორტიორის ლენტს ბორტებზე უნდა აქტენდეს შემკავებელი, რომელიც დამაგრებულია ტრანსპორტიორის ჩარჩოზე.

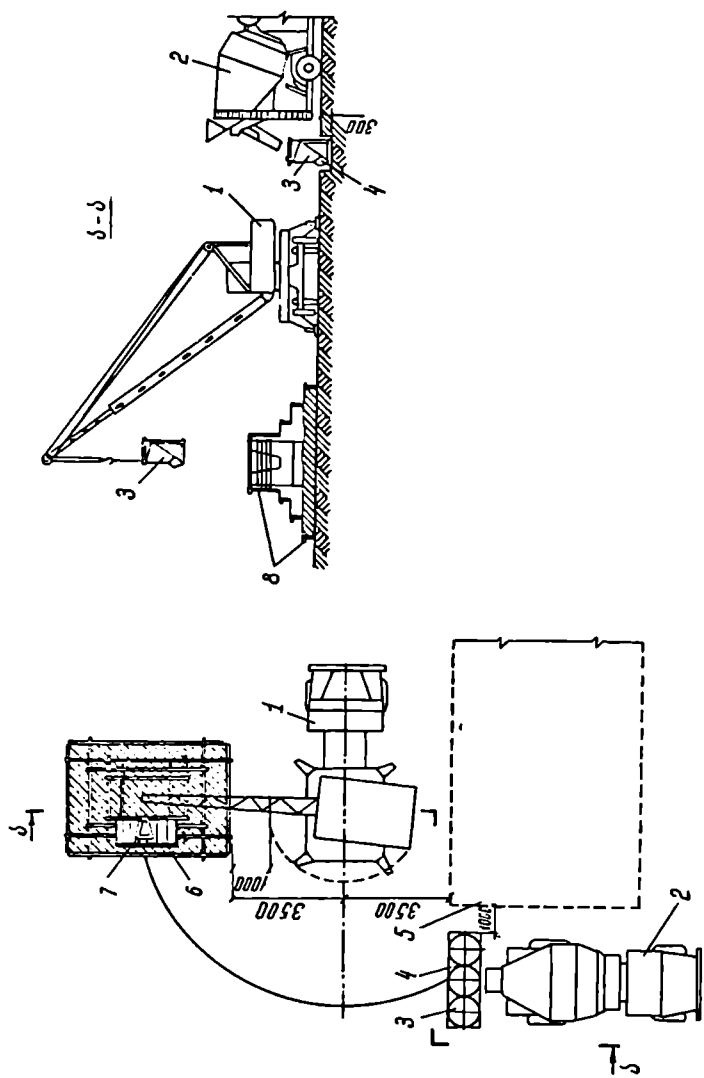
ტრანსპორტიორის ლენტის მაქსიმალური დახრა არ უნდა აღემატებოდეს 18°-ს.

ბეტონის ჩასასხმელს ემსახურება მე-5 თანრიგის მქონე ოპერატორი.

ბეტონის ნარევის ჩაგება საძირკველბში ხორციელდება ორ ეტაპად:

1) ბუნკერის ნაწილის დაბეტონება, 2) ჭიქის დაბეტონება. შესვენება მათ შორის უნდა იყოს 40 წთ-ზე მეტი და 2 სა-ზე ნაკლები.

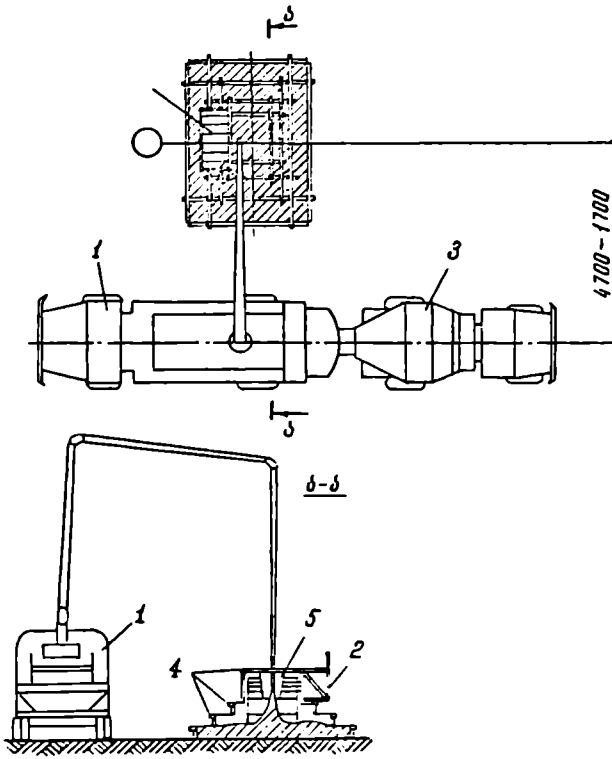
როდესაც ჭიქის სიმაღლე 2 მ-ზე მეტია, გათვალისწინებულია რგოლური



ნახ.5.4. ამწით ბეტონის ნარევის ბუნკერში მიწოდების სამუშაოთა ორგანიზაციის სქემა

- 1-საავტომობილო ამწი; 2-ავტობეტონსარევი; 3-ბუნკერი გვერდული გადმოტვირთვით;
- 4-თანაორმო; 5-მოედანი არმატურის და ყალიბის დასაწყობად; 6-ხარბოები;
- 7-ღარი; 8-ყალიბი.





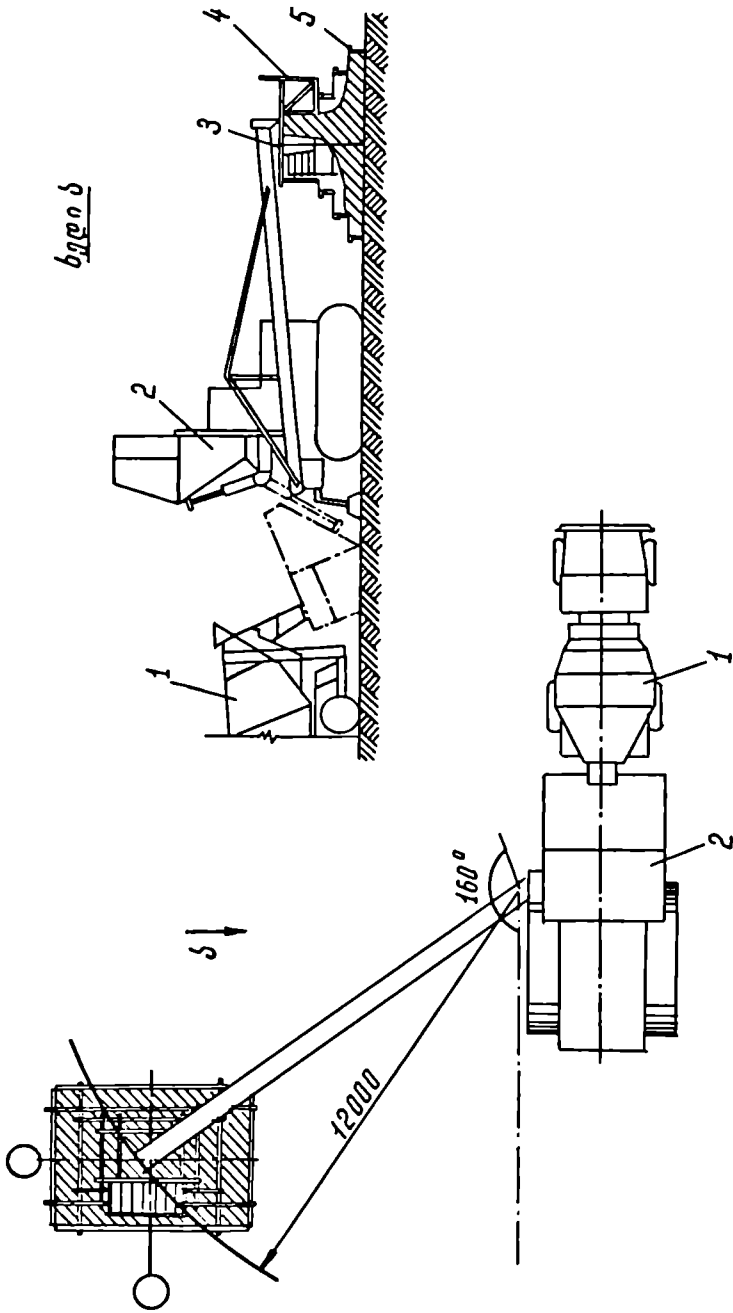
ნახ. 5.5. ბეტონის ნარევის ავტობეტონტუმბოთი მიწოდების სამუშაოთა ორგანიზაციის სქემა

1-ავტობეტონტუმბო; 2-ხარაჩოები; 3-ავტობეტონსარევი;  
4-ყალიბი; 5-სადები.

ხორბუმის გამოყენება.

ბეტონის ნარევის აგებენ ფენებად, რომლის სისქე 30-40 სმ-ია და ამკვრივებენ სიღრმული ვიბრატორებით.

ყალიბში ბეტონის ჩაგების შემდეგ საჭიროა მისი ნორმალური გამყარებისათვის შეიქმნას სათანადო ტემპერატურა და სინოტივე. დაუშვებელია ქარის და მზის სხივების უშუალო ზემოქმედება. ყველა დაბეტონებული საძირკვლის პორიზონტალური ზედაპირი უნდა გადაიხუროს წყლით დასველებული



ნახ. 5.6. ბეტონის ნარევის ბეტონის ჩასასხმელიო მიწოდების  
სამუშაოთა ორგანიზაციის სქემა.

1 - ავტობეტონსარევი; 2 - ბეტონის ჩასასხმელი; 3 - სადები; 4 - ხარაჩო;  
5 - ყალიბი.

ჯვალთი, ბრეზენტო ან დაიყაროს ნოტიო ნახერხი; ქვიშა და სხვ.

კონსტრუქციის განჯალიბების დაწყება შეიძლება მხოლოდ სამუშაოთა მწარმოებლის ნებარდვით მას შემდეგ, რაც საშვენებლო ლაბორატორიიდან მიიღებენ ცნობას ბეტონის საჭირო სიმტკიცის შესახებ.

შენებლობაში გამოყენებული ზოგიერთი ძირითადი ფიზიკური სიდიდის განზომილებათა ერთეულები

ცდვის №	ს ი დ ი დ ო	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი				სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	დასახელება	დასახელება გამოყენებულ იქნას ერთეულები, რომლებიც არ შეიანს სი-სი	დასახელება	თანფარდობა
		დასახელება	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	გომბორიული ზომა	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	-	-	-
2	ფართობი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი
3	მოცულობა, ტი-ვადობა	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი
4	ღრმ, დროის ინ-ტეგრალი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი	სი-ს ე რ თ ე უ ლ ი

გაგრძელება

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5	სიჩქარე	$L T^{-1}$	მეტრი სეკუნდში	მ/ს	მ/ც	მ/ც	კმ/ს (კმ/ს) - სმ/ს (სმ/ს), ცმ/ს (ცმ/ს), მმ/ს (მმ/ს), (თმ/ს), სმ/ს <sup>2</sup> (სმ/ს <sup>2</sup> ), მმ/ს <sup>2</sup> (მმ/ს <sup>2</sup> ), (თმ/ს <sup>2</sup> ), მეგა ჰც (MHZ), კილოჰც (KHZ),	კილომეტრი საათში მეტრი საათში	კმ/ს (კმ/წ) მ/ს (მ/წ)	$I \text{ კმ/ს} = 3,6 \text{ კმ/საათ}$ $I \text{ მ/ს} = 3600 \text{ მ/საათ}$
6	აჩქარება	$L T^{-2}$	მეტრი სეკუნდი კუნდი კვადრატზე	მ/ს <sup>2</sup>	მ/ც <sup>2</sup>	მ/ს <sup>2</sup>		-	-	-
7	პერიოდული პროცენტის სიხშირე	$T^{-1}$	ჰერცი	ჰც	Hz	Hz		-	-	-
8	ბრუნვის სიხშირე	$T^{-1}$	სეკუნდი მინუს ერთ ხარისხში	ს <sup>-1</sup>	ს <sup>-1</sup>	ს <sup>-1</sup>	-	ბრუნის სეკუნდში ბრუნის წუთში	ბრუნის (მ/წ) (მ/წ) ბრუნის (მ/წ) (მ/წ)	$I \text{ ბრუნის} = 1 \text{ ს}^{-1}$ $I \text{ ს}^{-1} = 60 \text{ ბრ.წთ.}$
9	ა ა ს ა	M	კილოგრამი	კგ	კგ	კგ	გ (გ), მილიგრამი (მგ);	ტონა	ტ (T)	$I \text{ ტ} = 1000 \text{ კგ}$

11. საშენებლო მექანიკის, უძრავი ნივთიერების და ბრუნვის მექანიკის ერთეულები

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	სიმკვრივე (მა- სის სიმკვრივე)	$\Gamma^3 M$	კილოგრამ- ში კუბურ მეტრში	კგ/მ <sup>3</sup>	კგ/მ <sup>3</sup>	კგ/მ <sup>3</sup>	მკვრივრ- ში ( $M \Gamma^3$ ) კგ/მ <sup>3</sup> ( $\frac{g}{m^3}$ ) კგ/მ <sup>3</sup> ( $\frac{g}{cm^3}$ )	ტონა კუ- ბურ მეტ- რში	$\frac{\rho}{\rho(\pi/M)}$	$\frac{\rho}{\rho} = 1000 \text{ კგ}$
11	ხაზობრივი სიმ- კვრივე	$\Gamma^2 M$	კილოგრამ- ში მეტრ- ში	კგ/მ	კგ/მ	კგ/მ	-	ტონა მეტ- რში	$\frac{\rho}{\rho(\pi/M)}$	$\frac{\rho}{\rho} = 1000 \text{ კგ}$
12	ზედაპირული სიმკვრივე	$\Gamma^2 M$	კილოგრამ- ში კვადრ- ატულ მეტრში	კგ/მ <sup>2</sup>	კგ/მ <sup>2</sup>	კგ/მ <sup>2</sup>	-	ტონა კვადრ- ატულ მე- ტრში	$\frac{\rho}{\rho(\frac{\pi}{M^2})}$	$\frac{\rho}{\rho} = 1000 \frac{\text{კგ}}{\text{მ}^2}$
13	განივი კვეთის ფართობი	$\Gamma^2$	კვადრატ- ტული მე- ტრი	მ <sup>2</sup>	მ <sup>2</sup>	მ <sup>2</sup>	სმ <sup>2</sup> (ცმ <sup>2</sup> )	-	-	-
14	ტვირთვაზე	M	კილოგრამი	კგ	კგ	კგ	-	ტონა	$\frac{\rho}{\rho(\pi)}$	$\frac{\rho}{\rho} = 1000 \text{ კგ}$
15	ძალა, წონა	$\Gamma M$	ნიუტონი	ნ	ნ	ნ	კილონ- (KN) მეგა- (MN)	-	-	-

გაგრძელება

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
16	წიფვა	L <sup>1</sup> <sub>1</sub> M <sup>1</sup> <sub>1</sub> L <sup>2</sup> <sub>2</sub>	პასკალი	პა	IIა	Pa	გიგან- (GN) კილო პა- (kPa)	-	-	-
17	ძაბვა (მიქანი- კური)	L <sup>1</sup> <sub>1</sub> M <sup>1</sup> <sub>1</sub> L <sup>2</sup> <sub>2</sub>	პასკალი	პა	IIა	Pa	მეგაპ- (MPa)	-	-	-
18	ნორმატიული და საანგარიშო წი- ნალობა გაჭიმ- ვებში, კუმშვებში, ლუნვებში, თიღ- ვებში, შრებში	L <sup>1</sup> <sub>1</sub> M <sup>1</sup> <sub>1</sub> L <sup>2</sup> <sub>2</sub>	პასკალი	პა	IIა	Pa	გიგაპა- (GPa) მეგაპა- (MPa)	-	-	-
19	დრეკადობის მოდული	L <sup>1</sup> <sub>1</sub> M <sup>1</sup> <sub>1</sub> L <sup>2</sup> <sub>2</sub>	პასკალი	პა	IIა	Pa	გიგაპა- (GPa) მეგაპა- (MPa)	-	-	-
20	სიმძლავრე	L <sup>0</sup> <sub>0</sub> M <sup>1</sup> <sub>1</sub> T <sup>2</sup> <sub>2</sub>	ვატი	მძ	BT	W	მეგავატი (MW) კილოვატი (kW)	-	-	-

ზოგიერთი ძირითადი სახელმძღვანელო და ნორმატიული დოკუმენტის მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონისათვის (1987 წ. I.01 მდგომარეობით)

№ რიგ.	შ ი ფ რ ი	დოკუმენტის დასახელება
I	2	3
1.	СНхП 2.03.01-84	ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციები
2.	СНхП II-28-73 (II-B.9.-73), ИЗД.1980 г.	საშენებლო კონსტრუქციების დაცვა კოროზიისაგან
3.	СНхП III-15-76	მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციები
4.	СН 393-78	რკინაბეტონის კონსტრუქციების არმატურისა და ჩასაყობებელი ღებალების შედუღებით შეერთებების ინსტრუქცია
5.	СНхП IV-5-82	კრებული ნ. მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციები
6.	СНхП 5.01.23-83	ცემენტის ხარჯის ტიპური ნორმები ასაწყობი და მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის ნაკეთობათა და კონსტრუქციების ბეტონების დასამზადებლად
7.	ГОСТ 23464-79	ცემენტები. კლასიფიკაცია
8.	ГОСТ 24211-80	დანამატები ბეტონებისათვის კლასიფიკაცია
9.	ГОСТ 24640-81	დანამატები ცემენტებისათვის. კლასიფიკაცია
10.	ГОСТ 7473-85	ბეტონის ნარევიები. ტექნიკური პირობები (ნაცვლად ГОСТ 7473-75)
11.	ГОСТ 25192-82	ბეტონები. კლასიფიკაცია და საერთო ტექნიკური მოთხოვნები
12.	ГОСТ 8267-82	ღორღი ბუნებრივი ქვისაგან საშენებლო სამუშაოებისათვის ტექნიკური პირობები (ნაცვლად ГОСТ 8267-75)
13.	ГОСТ 8268-82	ხრეში საშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები (ნაცვლად ГОСТ 8269-74)



1	2	3
14.	ГОСТ 8736-77 <sup>ა</sup>	ქვიშა საშენებლო სამუშაოებისათვის. ტექნიკური პირობები (ნაცვლად ГОСТ 8736-67)
15.	ГОСТ 9757-83	არარორგანული ფორიანი შემცვლებები მსუბუქი ბეტონებისათვის. საერთო ტექნიკური პირობები (ნაცვლად ГОСТ 9757-73)
16.	ГОСТ 20955-75 <sup>ბ</sup>	შემცვლებები მხურვალმედეგი ბეტონებისათვის. კლასიფიკაცია და ტექნიკური პირობები
17.	ГОСТ 22263-76	ღორღი და ქვიშა ფორიანი მთის ქანებიდან. ტექნიკური პირობები
18.	ГОСТ 10060-76	ბეტონები. ყინვავაშვების დადგენის შედეგები (ნაცვლად ГОСТ 10060-62).
19.	ГОСТ 10180-78 <sup>ა</sup>	ბეტონები. კუმშვაზე და გაჭიმვაზე სიმტკიცის განსაზღვრის მეთოდები (ნაცვლად ГОСТ 10180-74, ГОСТ 4800-59, ГОСТ 8424-72, ГОСТ 11050-64, ГОСТ 12852-1-77 სიმტკიცის განსაზღვრის ნაწილში)
20.	ГОСТ 10181.0-81	ბეტონის ნარევი. საერთო მოთხოვნები გამოცდების მეთოდებისადმი (ნაცვლად ГОСТ 10181-76, ГОСТ 4799-69, ГОСТ 11051-70)
21.	ГОСТ 10181.1-81	ბეტონის ნარევი. ადვილჩაწყობადობის მეთოდების დადგენა
22.	ГОСТ 10181.2-81	ბეტონის ნარევი. სიმკვრივის მეთოდების დადგენა
23.	ГОСТ 12730.0-78	ბეტონები. საერთო მოთხოვნები სიმკვრივის, ტენიანობის, წყალშთანქმის, ფორიანობის და წყალშეუღწევადობის დადგენის მეთოდების მიმართ (ნაცვლად ГОСТ 12730-67, ГОСТ 4800-59, ГОСТ 11050-64 საერთო მოთხოვნათა ნაწილში)
24.	ГОСТ 18105.2-80	ბეტონები. მონოლითური კონსტრუქციებისათვის კუმშვაზე სიმტკიცის კონტროლის წესები (ნაცვლად ГОСТ 18105-72, ГОСТ 21217-75 მონოლითური კონსტრუქციების კუმშვაზე სიმტკიცის კონტროლის ნაწილში)

1	2	3
25.	ГОСТ 22690.2-77	მძიმე ბეტონი. კაშკაროვის ტალღური ჩაქურჩი სიმტკიცის განსაზღვრის მეთოდი
26.	ГОСТ 23477-79	დასაშლელ-გადასატანი წვრილფაროანი ინვენტარული ყალიბი მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების ასაგებად. ტექნიკური პირობები.
27.	ГОСТ 23478-79	ყალიბი მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის კონსტრუქციების ასაგებად. კლასიფიკაცია და საერთო ტექნიკური მოთხოვნები
28.	ГОСТ 23279-84	არმატურის შენადული ბადეები რკინაბეტონის კონსტრუქციებისა და ნაკეთობებისათვის. საერთო ტექნიკური პირობები (ნაცვლად ГОСТ 23279-78)
29.	ГОСТ 2771-81	მრგვალი მავთული, ცივნაჭიმი. სორტამენტი
30.	ГОСТ 5781-82*	ცხლადგლინული ლითონი რკინაბეტონის კონსტრუქციების დასაარმატრებლად
31.	ГОСТ 6727-80	ნახშირბადმცირე ლითონის ცივნაჭიმი მავთული რკინაბეტონის კონსტრუქციების დასაარმატრებლად. ტექნიკური პირობები
32.		ტექნიკური მითითებები საქ. სსრ ახალქალაქის რაიონის ოკამის საბადოს ვულკანურ წიფებზე, „150-300“ მარკის მსუბუქი ბეტონებისაგან ნაკეთობების დასამზადებლად ( PCH 02-76)
33.		საქ. სსრ ბუნებრივი ფორიანი შემვსებები და მსუბუქი ბეტონები მათ საფუძველზე (კატალოგი-ცნობარი), მეცნიერება, თბილისი, 1976
34.		სხვადასხვა ინტენსივობის წვიმის დროს ბეტონის სამუშაოების წარმოების მეთოდური რეკომენდაციები, საქართველოს ენერგეტიკისა და პიდრომშენებლობის სამეცნიერო კვლევითი ინსტიტუტი, თბილისი, 1979

1	2	3
35.		მეთოდური მითითებები ბუნებრივ შემდგომებზე „150-500“ მარკის მსუბუქი და შემსუბუქებული ბეტონებისაგან საქ. საქ. „სალამოს“ საბადოს ბუნებრივ, ფორიან შემდგომებზე. საქართველოს საშენ მასალათა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი, თბილისი, 1984.
36.		რეკომენდაციები მძიმე ბეტონებში KM-30 ტიპის სუპერპლასტიფიკატორის გამოყენებისათვის, საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი, თბილისი, 1985

**Баженов Д.М.** Технология бетонов, М., 1978.

**Горчаков Г.И., Баженов Д.М.**, Строительные материалы, Стройиздат, М., 1986.

**Мулин Н.М.**, Стержневая арматура железобетонных конструкций, М., 1974.

**Марюков К.С.**, Основы проектирования производства строительных работ, М., Стройиздат, 1980.

**Михайлов К.В.**, Проволочная арматура для предварительно напряженного железобетона, М., 1964.

Руководство по подбору составов тяжелого бетона, М., 1979.

Руководство по подбору составов конструктивных легких бетонов на пористых заполнителях, М., 1975.

Руководство по производству арматурных работ, М., 1977.

Руководство по технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных конструкций, М., 1975.

Руководство по бетонированию монолитных конструкций с применением термоактивной опалубки, М., 1977.

Руководство по конструкциям опалубки и производству опалубочных работ, Стройиздат, М., 1983.

Справочник по производству сборных изделий под редакцией Михайлова К.В., Фоломеева А.А., М., Стройиздат, 1982.

Технология строительного производства, под редакцией Атаева С.С., Данилова Н.И. и др., М., Стройиздат, 1984.

Технология строительного производства, под редакцией Драченко Б.Ф., М., Стройиздат, 1978.

Технология строительного производства, под общей редакцией Литвинова О.О., Киев, "Высшая школа", 1977.

Технология строительного производства, под редакцией Данилова Н.Н., М., Стройиздат, 1977.

**Фридман А.М., Мулин Н.М.**, Применение сварки в строительных конструкциях, М., 1962.

ანდელუღაძე ქ., კოკოშვილი დ., ბეტონისა და რკინა-ბეტონის სამუშაოები, თბილისი, განათლება, 1972.

გარდნიკი ი.ვ., კაპიტონოვი ი.დ., შაკევივი ვ.ნ., საველევი პ.პ., საშენებლო წარმოების ტექნოლოგია (თარგმანი ი. შენგელიასი), თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, 1982.

ნინუა გ., ასაწყობი რკინაბეტონის კონსტრუქციების მონტაჟი, თბილისი, ცოდნა, 1964.

## შ ი ნ ა ა რ ს ი

შ ე ს ა ვ ა ლ ი	3
1. ძირითადი ცნობები მონოლითური ბეტონის და რკინაბეტონის შესახებ . . . . .	4
2. საყალიბო სამუშაოები . . . . .	8
2.1. ყალიბის ტიპები . . . . .	8
2.2. ყალიბის დაპროექტებისა და გაანგარიშების პრინციპები . . . . .	25
2.3. ყალიბის მოწყობა და დაყენება . . . . .	28
2.4. განყალიბება . . . . .	33
3. საარმატურო სამუშაოები . . . . .	36
3.1. საარმატურო ლიფონი და არმატურის სახეები . . . . .	36
3.2. დაუძაბავი არმატურის დამზადება და მონტაჟი . . . . .	49
3.3. წინასწარ დაძაბული არმატურა მონოლითური მშენებლობის პირობებში . . . . .	64
3.4. არმატურის დაცვა კოროზიისაგან . . . . .	71
4. ბეტონის სამუშაოები . . . . .	74
4.1. ბეტონის შედგენილობა . . . . .	74
4.2. ბეტონის ნარევისა და ბეტონის ძირითადი მახასიათებლები . . . . .	87
4.3. ბეტონის ნარევის შედგენილობის კორექტირება მშენებლობის პირობებში . . . . .	94
4.4. ბეტონის ნარევის დამზადება, გადაზიდვა და მიწოდება . . . . .	99
4.5. ბეტონის ნარევის ჩაგება და გამკვრივება . . . . .	105
4.6. ბეტონის მოვლა და გამოყვანა განყალიბების შემდეგ . . . . .	112
4.7. დაბეტონების სპეციალური მეთოდები . . . . .	112
4.7.1. კონსტრუქციების აგება წყალქვეშა დაბეტონების მეთოდით . . . . .	114
4.8. დაბეტონების სამუშაოთა წარმოება გარემოს ექსტრემალურ პირობებში . . . . .	117
4.8.1. დაბეტონება ზამთრის პირობებში . . . . .	117
4.8.2. ბეტონის სამუშაოების წარმოება მშრალ-ცხელ კლიმატურ გარემოში . . . . .	124
4.8.3. დაბეტონება ცხელ-ტენიან კლიმატურ გარემოში . . . . .	126

4.9. სამუშაოთა წარმოების თავისებურებანი სპეცბეტონების გამოყენების შემთხვევაში . . . . .	128
4.9.1. მხურვალემდეგი და ჩვეულებრივი ბეტონები მაღალი და მომატებული ტემპერატურის პირობებში . . . . .	128
4.9.2. ზემძიმე და რადიაციული ბეტონები . . . . .	131
4.9.3. მკვამემდეგი და ტუტემდეგი ბეტონები . . . . .	133
4.10. სამუშაოთა მიღება და ხარისხის კონტროლი . . . . .	135
4.11. უსაფრთხოების ტექნიკა . . . . .	140
5. ბ ე ტ ო ნ ი ს დ ა რ კ ი ნ ა ბ ე ტ ო ნ ი ს ს ა მ უ შ ა ო თ ა წ ა რ მ ო ე ბ ი ს დ ა პ რ ო ე კ ტ ე ბ ა . . . . .	143
5.1. პროექტის შედგენილობა, საწყისი მონაცემები . . . . .	143
5.2. ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოთა ნაკადური წარმოების დაპროექტება . . . . .	143
5.3. მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის სამუშაოთა კომპლექსური შექანიზაცია . . . . .	145
5.4. მონოლითური რკინაბეტონის კონსტრუქციების აგების ტექნოლოგიური სქემები . . . . .	147
დანართი I . . . . .	156
დანართი 2 . . . . .	160
ლიტერატურა . . . . .	164