

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ლაშა სამხარაძე

დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობების
აღდგენა რეკონსტრუქცია ქ. თბილისში

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად
წარმოდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

სადოქტორო პროგრამა „მშენებლობა“

შიფრი 0732

თბილისი
2022 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტში სამშენებლო ფაკულტეტის ა. სოხაძის სახელობის სამრეწველო და სამოქალაქო მშენებლობის № 102 დეპარტამენტში.

სამეცნიერო ხელმძღვანელები: პროფესორი ლია კახიანი
პროფესორი გელა ყიფიანი


რეცენზენტები: პროფესორი მალხაზ წიქარიშვილი
პროფესორი დავით რამიშვილი

დაცვა შესდგება 2022 წლის „—“ „————“ „—“ საათზე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე, სტუ-ს I კორპუსი, 5 სართული, აუდიტორია „————“

მისამართი: 0175, თბილისი, მ. კოსტავას ქ. 68ა.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში, ხოლო ავტორეფერატისა სტუ-ს ვებ გვერდზე.

სადისერტაციო საბჭოს სწავლული

მდივანი, პროფესორი  დემურ ტაბატაძე

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა. ჩვენი ქვეყნის მთელი ტერიტორია სეისმოაქტიურია და დედამიწის დიდი ნაწილის მსგავსად განიცდის დამანგრეველი მიწისძვრების გავლენას. ადამიანთა სიცოცხლის, ძვირადღირებულ დანადგარ-აღჭურვილობათა, აგრეთვე, მატერიალურ და კულტურულ ფასეულობათა შენარჩუნების მიზნით, საჭიროა შენობა-ნაგებობათა სეისმომდეგობის უზრუნველყოფა. ახალი მშენებლობებისათვის ეს მიიღწევა მიწისძვრების შედეგების შესწავლა-ანალიზის საფუძველზე გამომუშავებული, სეისმომდეგი მშენებლობის ნორმებისა და წესების გამოყენებით. ხოლო არსებული შენობისათვის, რომლის ელემენტებში მომხმარებელ-მობინადრის ან/და მესაკუთრის მიერ ხილული დაზიანება შეინიშნება, ამ მიზნის მისაღწევად ყველაფერი იწყება დაზიანებული სახლის ტექნიკური მდგომარეობის გამოკვლევით, სათანადოდ შეთანხმებული, მომქმედი ინსტრუქციის შესაბამისად.

მეორეს მხრივ, თუმცა, საქართველოს მთელი ტერიტორიის სეისმურობის ერთი ბალით გაზრდა სპიტაკის, განსაკუთრებით კი, რაჭა-ზემო იმერეთისა და შიდა ქართლის 1991 წლის დამანგრეველი მიწისძვრების შემდეგ, დაგვიანებულ, მაგრამ იმთავითვე სრულიად აუცილებელ და სავსებით გამართლებულ ღონისძიებად იქნა აღიარებული, – მაინც, სეისმომდეგი მშენებლობის სფეროში მომუშავე სპეციალისტებისათვის, ეს მეტად არაორდინალური მოვლენა იყო და მათ წინაშე საკმაოდ რთული პრობლემების არცთუ მოკლე ჯაჭვს ჰქმნიდა. უპირველეს ყოვლისა დღის წესრიგში დადგა საქალაქო საცხოვრებელ და საზოგადოებრივ შენობათა არსებული ფონდის დეტალური (და დროული) პასპორტიზაციის ამოცანა, რათა შენარჩუნებული ან მოდერნიზებული ყოფილიყო არქიტექტურულ-ისტორიული ღირებულების ცალკეული ობიექტები და თავიდან

ყოფილიყო აცილებული მოსალოდნელი დამანგრეველი მიწისძვრებისაგან გამოწვეული ადამიანთა მსხვერპლი ან/და დიდი ფინანსურ-ეკონომიკური ზარალი. რომ არაფერი ვთქვათ თვით ამ ამოცანის პრაქტიკულად შესრულების სირთულეზე, თითოეული შენობის პასპორტიზაციის შემდეგ გადასაწყვეტი რჩება საკითხი – გაუძლებს თუ არა თითოეული კონკრეტული შენობა ერთი ბალით უფრო ძლიერ სეისმურ ზემოქმედებას იმ საანგარიშო ზემოქმედებასთან შედარებით, რომლებზედაც დაპროექტებული და აგებული იყო იგი. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, უნდა გადაწყდეს შენობა დასანგრევია, სარეკონსტრუქციოა, თუ არავითარ გადაკეთებებს არ საჭიროებს. ცხადია, ეს კონსტრუქტორულ-გაანგარიშებითი ამოცანა უნდა გადაიჭრას არქიტექტურულ-გეგმარებით საკითხთა კომპლექსთან მჭიდრო კავშირში, ხოლო თვით გაანგარიშებით-შერჩევითი ამოცანის სწორი რაციონალური გადაწყვეტა, უშუალოდ უკავშირდება არსებულ შენობათა მზიდი კონსტრუქციული სისტემების საიმედოობისა და სეისმომდეგობის პრობლემებს.

აღნიშნულის საფუძველზე მოცემული თემა დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქცია ქ.თბილისში უდაოდ აქტუალურია.

კვლევის მიზანია: შენობის სეისმომდეგობის დონის ამაღლება მისი ხისტ ნაგებობასთან მიერთებით; ეფექტური აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდების გამოყენებით, პროფესიონალთა ძალისხმევითა და ქვეყნის შესაძლებლობათა ერთობლივი მაქსიმალური მობილიზების თანმიმდევრულად განხორციელებისას, მოსალოდნელ მიწისძვრათა კატასტროფული შედეგების მნიშვნელოვნად შემცირების უზრუნველსაყოფად, ხელი შეუწყოს იმ მძიმე საბინაო-სოციალურ-ფსიქოლოგიური მდგომარეობის შემსუბუქებას, რომელშიდაც საქართველოს მოსახლეობის დიდი ნაწილი აღმოჩნდა,

ჩვენი ქვეყნის ტერიტორიის გაზრდილი სეისმურობისა და გარდაქმნათა ჯერ კიდევ მიმდინარე რთულ პირობებში.

დასახული მიზნის მისაღწევად გათვალისწინებულია შემდეგი ძირითადი ამოცანების შესრულება:

– ნათლად და მკაფიოდ განისაზღვროს შენობათა ავარიულობის კრიტერიუმები;

– დამუშავდეს ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული ჯგუფისათვის – მიშენებათათვის (სხვადასხვა დროს აშენებული, ძირითადი და მიშენებული ნაწილების მქონე „შენობებისათვის“) ავარიულობის სტატუსის მომხსნელ რეკონსტრუქცია-გამაგრება-გაძლიერებათა კონცეფცია;

– კაპიტალურ შენობათა მასობრივ-სერიულ ჯგუფებს (ტიპებს) შორის შედარებით გასაძლიერებელი ჯგუფისათვის, – კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილბლოკური მრავალსართულიანი შენობებისათვის, შემუშავდეს აღდგენა-რეკონსტრუქციის ან/და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის კონცეფცია;

– შეირჩეს დაზიანებულ კარკასულ რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილბლოკურ მრავალსართულიან შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის ან/და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის მეთოდები;

– კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მრავალსართულიანი მსხვილბლოკური შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის ან/და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის მეთოდების გათვალისწინება, დამუშავდეს არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის აღდგენა-რეკონსტრუქციის ან/და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის მეთოდიკა, სათანადო-დასკვნებითა და რეკომენდაციებით.

ნაშრომის მეცნიერული სიახლე:

– შენობის სეისმომედეგობის დონის ამაღლება მისი ხისტ ნაგებობასთან მიერთებით.

– შემოტანილია დაზიანებულ შენობათა ავარიულობის კრიტერიუმები

მზიდ კონსტრუქციებში ბზარების გახსნის სიჩქარის მიხედვით, რომელიც სასურველია გახდეს არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდის შემადგენელი ნაწილი, ქვეყნის წინაშე მდგომი ამ მეტად მტკივნეული, მაგრამ კრიტიკულად მოსაგვარებელი პროცესის ეტაპობრივად, გეგმაზომიერად, თანდათანობით, საჯაროდ და ყველასათვის გასაგები მიდგომით, მაგრამ აუცილებლად გადაწყვეტის მიზნით.

- დამუშავდა ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული ჯგუფისათვის – მიშენებათათვის (სხვადასხვა დროს აშენებული ძირითადი და მიშენებული ნაწილების მქონე „შენობებისათვის“) ავარიულობის სტატუსის მომხსნელ რეკონსტრუქცია-გამაგრება-გაძლიერებათა კონცეფცია.
- შემუშავებული იქნა კაპიტალურ შენობათა მასობრივ-სერიულ ჯგუფებს (ტიპებს) შორის შედარებით გასაძლიერებელი ჯგუფისათვის, – კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილბლოკური მრავალსართულიანი შენობებისათვის აღდგენა-რეკონსტრუქციისა და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის კონცეფცია.
- შემოთავაზებულია დაზიანებულ კარკასული რკინაბეტონის შენობებისა და მსხვილბლოკურ მრავალსართულიან შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის (ან/და გაძლიერება-რეკონსტრუქციის) სამი მეთოდი: შენობის შიგა სივრცეში ლითონის ირიბნებიანი და სისტემურ-ცვლადსიხისტიანი, დღევანდელი ტერმინოლოგიით – სეისმოიზოლატორებიანი, დამატებითი ჩარჩოების მოწყობით; შენობის მთელ სიმაღლესა და პერიმეტრზე რკინაბეტონის მიშენებული პილონებით და მათ სივრცეში ლოჯიების მოწყობით; შენობის გრძივ ფასადებთან პილონების მიშენებითა და შენობის ზემოდან სართულის/სართულების დაშენებით, საჭიროების შემთხვევაში სეისმოიზოლატორებიანი დამატებითი ჩარჩოების მოწყობასთან ერთად.

კვლევის პრაქტიკული ღირებულება განისაზღვრება აღნიშნულ მეცნიერულ სიახლეთა პრაქტიკაში დანერგვითა და დაზიანებული საცხოვრებელი შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის საპროექტო გადაწყვეტების ოპტიმიზაციისათვის, შემოთავაზებული სეისმოიზოლაცია-რეზიანი კონსტრუქციული სისტემის ეფექტურობა-სიმარტივით, რადგან პრაქტიკაში სეისმოიზოლაციის გამოყენება საშუალებას იძლევა შემცირდეს შენობაზე მოსული ჰორიზონტალური სეისმური დატვირთვის სიდიდე 2-5-ჯერ, სეისმოლოგიური პირობებისა და შენობის ტიპის შესაბამისად.

კვლევის შედეგების რეალიზაცია დასტურდება მათგან ერთი ნაწილის პრაქტიკაში დანერგვის ოფიციალური დოკუმენტითა (იხ. დანართი) და ნაშრომის სხვა მეცნიერულ-პრაქტიკულ სიახლეთა თვალსაჩინოდ უდაო ტექნიკურ-ორგანიზაციული ეფექტურობით, საქართველოში არსებული დაზიანებული საცხოვრებელი შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეტად მტკივნეული და ხარჯტევადი, მაგრამ კრიტიკულად მოსაგვარებელი პროცესის ეტაპობრივად, გეგმაზომიერად, თანდათანობით, მაქსიმალურად დაჩქარებულ-საიმედო G5 ელექტრონულ-საინფორმაციო სივრცეში, საჯაროდ და ყველასათვის გასაგები მიდგომით, მაგრამ აუცილებლად გადაწყვეტის უზრუნველსაყოფად.

ძირითადი შედეგების საიმედოობა-უტყუარობა განპირობებულია თეორიულ და ექსპერიმენტალურ კვლევა-ანალიზთა დასაბუთებული მეთოდების გამოყენებით, საცხოვრებელი და სხვა ტიპის შენობა-ნაგებობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის დაპროექტებისა და ტექნოლოგიურ-ორგანიზაციული მომზადების განვლილ-მიმდინარე პრაქტიკულ პროცესებში წარმატებული დანერგვით, აგრეთვე, სხვა ავტორების მიერ მიღებული შედეგების თანადამთხვევით.

ნაშრომის აპრობაცია: ნაშრომის ძირითადი შედეგები მოხსენებული იქნა სადოქტორო პროგრამით გათვალისწინებულ სამ

კოლოქვიუმზე და 2 საერთაშორისო კონფერენციაზე.

პუბლიკაციები: დისერტაციის თემაზე გამოქვეყნებულია 6 (ექვსი) სამეცნიერო სტატია, მათ შორის 2 (ორი) საერთაშორისო კონფერენციაზე.

ნაშრომის მოცულობა: დისერტაცია შედგება შესავლის, ორი თავის, დასკვნებისა და რეკომენდაციების, გამოყენებული ლიტერატურის სიისა და დანართისაგან. იგი მოიცავს 176 გვერდს, მათ შორის, 5 ცხრილს, 10 ნახაზს და 11 სურათს. დანართი მოიცავს 62 გვერდს

ნაშრომის შინაარსი

შესავალში დასაბუთებულია დისერტაციის თემის აქტუალურობა, მოყვანილია მისი მოკლე შინაარსი.

დისერტაციის **პირველ თავში** მოყვანილია გამოსაკვლები პრობლემებისადმი მიძღვნილი ნაშრომთა მიმოხილვა და დადგენილია დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობების, ასევე მსხვილბლოკური მრავალსართულიან შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდები. შემუშავებულია აღდგენა-რეკონსტრუქციის კონცეფცია, სათანადო-დასკვნებით და რეკომენდაციებით. ჩატარებული ანალიზი ამტკიცებს თემის აქტუალობას და იძლევა კვლევის მიზნის ფორმულირების საშუალებას.

აღნიშნული პრობლემათა შესწავლაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს ქართულმა და ყოფილი სნგ-ს ქვეყნების მეცნიერებმა: ს. ესაძემ, გ. კიზირიამ, შ. ჯანელიძემ, ნ. გრიგოლიამ, დ. რამიშვილმა, გ. გაბრიჩიძემ, მ. მარჯანიშვილმა, ა. ბერძენიშვილმა, დ. ჯიჯიეშვილმა, ა. ლებანიძემ და სხვებმა.

ნაშრომებში ასახულია ქვის/აგურის მზიდკედლიანი შენობების ტექნიკური მდგომარეობის კვლევის საკითხები, კვლევების შედეგად დაფიქსირებული დაზიანებული ტიპები, მათი გამომწვევი მიზეზები, გაძლიერდების სათანადოდ დადასტურებული გადაწყვეტებით.

სეისმომედეგობის საკითხებზე: კ. ზავრიევმა, შ. ნაფეტვარიძემ, ზ. წილოსანმა, ლ. კახიანმა, ო. წიწილაშვილმა, ლ. მახვილაძემ, ლ. ბალანჩივაძემ, მ. ჭანტურიამ, თ. ხმელიძემ, ლ. ავალიშვილმა, რ. ცხვედაძემ და სხვებმა.

მშენებლობის საფუძვლებსა და კონსტრუქციათა პროექტირებაში რ. იმედაძემ, გ. ჭოხონელიძემ, ვ. ჯაფარიძემ, გ. ლალუნდარიძემ, რ. ცხვედაძემ, მ. ბედიაშვილმა, შ. ანდრაზაშვილმა და სხვ. სეისმოსაიზოლაციო საკითხებში: თ. შილაკაძემ, მ. ბედიაშვილმა, გ. ყიფიანმა, ვ. სულაშვილმა, დ. ტაბატაძემ, ს. ბლიაძემ, ო. ჭიპაშვილმა და სხვებმა.

ხარისხის კონტროლი მშენებლობაში: მ. წიქარიშვილმა, გ. მეტრეველმა, ე. ქრისტესიაშვილმა, ბ. ჭურჭელაურმა, მ. წაქაძემ, ლ. ზამბახიძემ და სხვებმა.

სნგ-ს ქვეყნებიდან: ე. ხაჩიანმა, გ. კაზინამ, ი. შემკარენკომ, ბ. მიხაილოვმა, ს. მირჩევმა, ი. აიზენბერგმა, ვ. სმირნოვმა, ს. პოლიაკოვმა, ვ. ზოტოვმა, ლ. პონასიუკმა, ლ. ლუბომ, კ. ხაცკევიჩმა და სხვებმა.

ლიტერატურის მიმოხილვიდან შეიძლება შემდეგი დასკვნების გაკეთება:

1. დაზუსტდეს და განისაზღვროს შენობათა ავარიულობის კრიტერიუმები (მაგ., ყველასათვის გასაგები უნდა გახდეს (ყოველგვარი კატეგორიების ან/და ყოველგვარი გაურკვეველი, ფაქტიურად სპეციალისტების მიერ მუდმივად განუსაზღვრელი (ან მუდმივად შეცდომით განსაზღვრული), არასპეციალისტთა დამაბნეველი, სხვადასხვა ხარისხის დაზიანებათა პროცენტული რაოდენობების შემოტანის, ავარიულობის კატეგორიების განსასაზღვრელად ამ პროცენტებით აპელირების, არაცალსახად განსაზღვრულ გაუგებარ ალგორითმთა გამოყენების, ყოველგვარი მსგავსი გაკოტრებული პრაქტიკის გარეშე), თუ რატომ დგას გაუმაგრებლად წლების განმავლობაში, ვიზუალური კვლევით

განსაზღვრული მესამე ხარისხის ავარიულობის მქონე შენობა, მაშინ როცა ამ ხარისხის მიმნიჭებელი პირველივე დასკვნით მოთხოვნილი იყო შენობის აღდგენა-გადლიერება).

2. დამუშავდეს ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული ჯგუფისათვის – მიშენებათათვის (სხვადასხვა დროს აშენებული, ძირითადი და მიშენებული ნაწილების მქონე „შენობებისათვის“) ავარიულობის სტატუსის მომხსნელ აღდგენა-გადლიერების კონცეფცია.

3. კაპიტალურ შენობათა მასობრივ-სერიულ ჯგუფებს (ტიპებს) შორის შედარებით მოწყვლადი ჯგუფისათვის, – მსხვილბლოკური მრავალ-სართულიანი შენობებისათვის, შემუშავდეს აღდგენა-რეკონსტრუქციის კონცეფცია.

4. შეირჩეს დაზიანებული კარკასული რკინაბეტონის შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდები.

5. შენობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდების გათვალისწინება-განვრცობის გზით, დამუშავდეს არსებული საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის აღდგენა-გადლიერების მეთოდოლოგია, სათანადო-დასკვნებითა და რეკომენდაციებით.

მეორე თავში გადმოცემულია შედეგები და მათი განსჯა. შენობის სეისმომედეგობის დონის ამაღლება მისი ხისტ ნაგებობასთან მიერთებით. მსოფლიოს სეისმურად აქტიური ქვეყნების უმეტესობა ქალაქებში, მნიშვნელოვანი რაოდენობაა დაბალსართულიანი შენობებისა, რომელთაც არ გააჩნია საკმარისი სიმტკიცის მარაგი ძლიერი მიწისძვრის შემთხვევაში. ეს შენობები დაპროექტდა და აშენდა ნორმებით, რომელშიც სეისმომედეგობის დონე გაცილებით უფრო დაბალია, ვიდრე ამას თანამედროვე სეისმომედეგობის ნორმები ითვალისწინებს. ძლიერი მიწისძვრის შემთხვევაში ამ შენობებში შესაძლებელია მოხდეს დიდი დაზიანებები, რომელიც გახდება მიზეზი ადამიანების დაღუპვისა და მატერიალურ ფასეულობათა

განადგურებისა. ამ შენობათა გაძლიერების პრობლემას გააჩნია დიდი სოციალურ-ეკონომიკური და ისტორიული მნიშვნელობა. ცნობილია, რომ ბევრ ქვეყანას გააჩნია ნაციონალური პროგრამები ასეთი შენობების რეკონსტრუქციისა და გაძლიერების.

არსებული შენობების გაძლიერებისას პრობლემის მთავარ ასპექტებს წარმოადგენს მობინადრეთა დროებითი ევაკუაცია და შენობათა არსებული არქიტექტურული იერსახის შენარჩუნება. მაცხოვრებელთა დროებითი ევაკუაცია მთავარი პრობლემაა გაძლიერების დროს. ის ძალიან მტკივნეულია, რადგან დაკავშირებულია დიდ მატერიალურ დანახარჯებთან, ადამიანთა ფსიქოლოგიურ მოუმზადებლობასთან, განსაკუთრებით მრავალსართულიან შენობებში, რომელშიც ცხოვრობს ოჯახების დიდი რაოდენობა. როგორც ამას მრავალი ქვეყნის გამოცდილება გვიჩვენებს ძველი შენობების რეკონსტრუქციისა და გაძლიერებისას ქალაქის ხელმძღვანელობას უწევს დიდი ძალისხმევით და დროის დახარჯვას, ყველა მაცხოვრებლის თანხმობის მისაღებად დროებითი ევაკუაციის და სხვა სახლებში განთავსებისათვის.

მთავარ უპირატესობას მოცემული მეთოდისა, როგორც ზემოთგანხილული მოქნილი ზედა სართულით, მდგომარეობს იმაში, რომ ის ხორციელდება მობინადრეთა ევაკუაციის გარეშე და დამატებითი მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების გაძლიერების გარეშე.

შემოთავაზებული მეთოდის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ არსებული შენობის სეისმური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა ხორციელდება არა მისი დამატებითი სიმტკიცის გაზრდით, როგორც ეს ტრადიციული გაძლიერების მეთოდებით ხდება, არამედ მისი კონსტრუქციული გადაწყვეტით. ამავე დროს, მიიღწევა შემდგომში მოსალოდნელი, თავდაპირველ საპროექტოზე უფრო ძლიერი მიწისძვრის ზემოქმედებისას, შენობაზე მოქმედი ჰორიზონტალური

სეისმური ძალების ისეთი დონის შენარჩუნება, რაზეც ის თავიდანვე იყო დაპროექტებული.

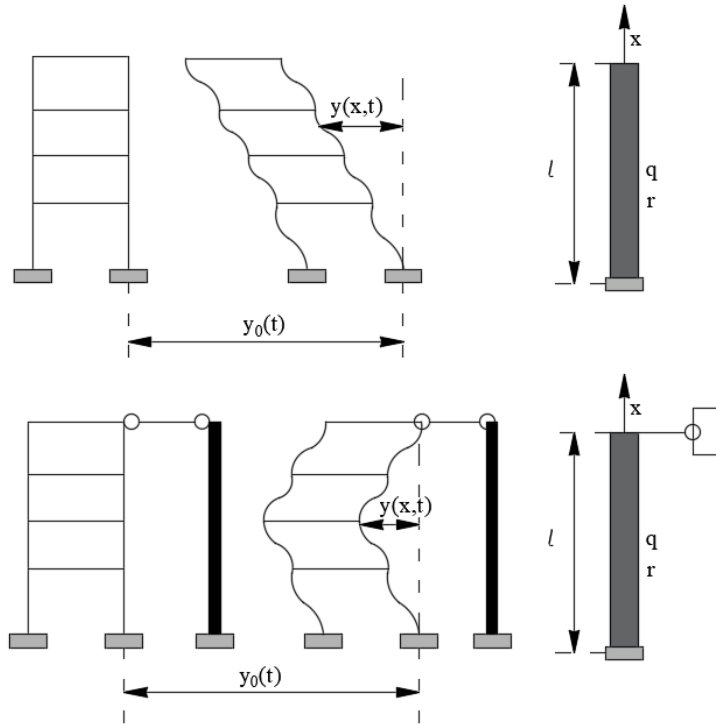
შემოთავაზებული მეთოდით სეისმური უსაფრთხოების დონის გაზრდა შენობის კონსტრუქციული გადაწყვეტის შეცვლით, ხორციელდება შენობის ზედა ნაწილის ხისტი მიერთებით სპეციალურად მის გარეთ აშენებულ, გარკვეული დინამიკური მახასიათებლების მქონე დამხმარე ნაგებობასთან, რომელიც თავის თავზე იღებს ინერციული ძალების ზემოქმედების მნიშვნელოვან ნაწილს მიწისძვრის დროს.

განვიხილოთ ორი ერთნაირი ტიპის საშუალო სიმაღლის შენობის მუშაობა. ვთქვათ ერთი მათგანი წარმოადგენს ჩვეულებრივ შენობას დამატებითი კავშირების გარეშე (ნახ. 1, ა), მეორე ისეთივე სახლი, მაგრამ ზემოთ დაკავშირებული (ხისტად ან დრეკად-დამყოლად) ცალკემდგომ ძლიერ ხისტ შენობასთან (ნახ. 1, ბ). ცნობილია, რომ დეფორმაციების ხასიათი უმეტესობა დაბალსართულიანი ქვის, აგურის და მსხვილპანელური სახლებისათვის, მიწისძვრის დროს ანალოგიურია უბრალო კონსოლური კოჭის დეფორმირებისა, რომელსაც გააჩნია ხისტი ჩამაგრება ფუძეში და ფაქტიურად ავლენს მხოლოდ ძვრის დეფორმაციებს.

სეისმური რხევების დიფერენციალური განტოლება ასეთი კოჭის ჩახშობის გათვალისწინებით მოცემულია განტოლებაში

$$k'FG = \frac{\partial^2 y}{\partial^2 x} - \frac{q}{g} \frac{\partial^2 y}{\partial^2 t} + \frac{\alpha}{\omega} k'FG \frac{\partial^2 y}{\partial^2 x \partial t}, \quad (1)$$

სადაც F კოჭის კვეთის ფართობია, G ძვრის დაყვანილი მოდული, k კოეფიციენტი განივი ჭრილის ფორმაზე დამოკიდებული, შიდა ხახუნის კოეფიციენტი, ω თავისუფალი რხევების წრიული სიხშირე, q კოჭის გრძივი ერთეულის წონა, $Y_0''(t)$ გრუნტის ძვრის აქსელეროგრამა.



ნახ. 1. საანგარიშო სქემები ჩვეულებრივი (ა) და დაკავშირებული ზედა ხისტი შეერთებით დამატებით (ბ) ნაგებობასთან $q = mg$ ძვრადი კოჭის გრძივად განაწილებული ეკვივალენტური წონა, $r = k'FG/l$ კოჭის ეკვივალენტური გრძივად განაწილებული ძვრადი სიხისტე.

გადაწყვეტა (1) შედგება 2 ნაწილისაგან

$$Y(x, t) = y_1(x, t) + y_2(x, t), \quad (2)$$

სადაც $y_1(x, t)$ საერთო გადაწყვეტაა მარჯვენა ნაწილის გარეშე, $y_2(x, t)$ კერძო გადაწყვეტაა მარჯვენა ნაწილით.

საერთო გადაწყვეტას $y_1(x, t)$ ვეძებთ ამ სახით:

$$Y_1(x, t) = y_1(x)\varphi(t), \quad (3)$$

სადაც $Y_1(x)$ თავისუფალი რხევის ორდინატებია შიდა ხახუნის გათვალისწინების გარეშე, ანუ ამოხსნა შემდეგი განტოლების:

$$Y_i''(x) + \psi_i^2 y_i(x) = 0, \quad \psi_i^2 = \frac{q\omega^2}{gk'FG}$$

$$\Phi_i''(t) + \omega_i^2 \varphi(t) = 0, \quad (4)$$

$$Y_i(x) = A_i \sin \psi_i x + B_i \cos \psi_i x.$$

განვიხილოთ (4) განტოლება შემდეგი ორი სასაზღვრო პირობებით, იხ. ნახ.1.

ა. $X=0 \quad y_i(0)=0$

$$X = l \quad y'_i(l) = 0$$

(5)

ბ. $X=0 \quad y_i(0)=0$

$$X=l \quad y_i(l) = 0.$$

სასაზღვრო პირობების (5) დაკმაყოფილებით $Y_i(x)$ -სათვის და – სიხშირისათვის შესაბამისად მივიღებთ:

– ჩვეულებრივი შენობისათვის თავისუფალი ზედათი (ა-შემთხვევა)

$$Y_i^a(x) = A^a \sin \frac{2i-1}{2} \frac{\pi x^2}{l}, \quad \omega_i^a = \frac{2i-1}{2l} \pi \sqrt{\frac{k'GFg}{q}}, \quad i = 1, 2, 3. \quad (6)$$

შენობისათვის დაყრდნობილი ზედათი (ბ-შემთხვევა)

$$Y_i^b(x) = A^b \sin \frac{i\pi x}{l}, \quad \omega_i^b = \frac{2\pi i}{2l} \sqrt{\frac{k'GFg}{q}}, \quad i = 1, 2, 3. \quad (7)$$

ჩვეულებრივ დაბალსართულიანი ხისტი შენობებისათვის სეისმური ზემოქმედების დროს მთავარ როლს ასრულებს რხევის პირველი ფორმა, ამიტომ შენობის რხევის მხოლოდ პირველი ფორმა:

$$Y_i^a(x) = A^a \sin \frac{\pi x^2}{l}, \quad \omega_i^a = \frac{\pi}{2l} \sqrt{\frac{k'GFg}{q}}. \quad (8)$$

$$Y_i^b(x) = A^b \sin \frac{\pi x}{l}, \quad \omega_i^b = \frac{\pi}{l} \sqrt{\frac{k'GFg}{q}}. \quad (9)$$

კერძო ამონახსნს $y^2(x, t)$ ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$Y_2(x, t) = (x + a)^n = \sum_{i=1}^{\infty} Y_i(x) \phi_i(t). \quad (10)$$

(10) გამოსახულების ჩასმით ძირითად (1) განტოლებაში (4) გათვალისწინებით მივიღებთ;

$$\sum_{i=1}^{\infty} \left[\psi_{i2} Y_i(c) k'FG \phi_i(t) - \frac{q}{g} Y_i(x) \Phi_i''(t) - \frac{\alpha}{\omega_i} k'FG \psi_{iw} Y_i(x) \Phi_i'(t) \right] = \frac{q}{g} y_0''(t), \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^{\infty} Y_i(x) [\Phi_i''(t) + \alpha \omega_i' + \omega_{i2} \phi_i(t)] = y_0''(t). \quad (12)$$

ამ განტოლების ორივე ნაწილის გამრავლებით $Y_k(x) dx$ -ზე და ინტეგრებით 0-დან l -მდე, ფუნქციათა ორთოგონალურობიდან

გამომდინარე $Y_i(x)$ მივიღებთ:

$$\Phi_i''(t) + \alpha\omega_i\phi_i + \omega_{i2}\phi_i(t) = H_i(t) \quad (13)$$

სადაც

$$H_i(t) = y_0''(t) \frac{\int Y_i(c)dx}{\int Y_{i2}(x)dx}. \quad (14)$$

ამონახსნი (13) იქნება

$$\Phi_i' = \frac{1}{\omega_i} \int_0^l H_i(u) e^{-2(\alpha/2)\omega_i(t-u)} \sin \omega_i(t-u) du. \quad (15)$$

ამგვარად ამოცანის საერთო გადაწყვეტა ნულოვანი საწყისი პირობებით ($t=0, y_i=0, y_i' = 0$) იქნება:

$$y(x, t) = \sum_{i=1}^{\infty} Y_i(x) \int_0^l H_i(u) e^{-2(\alpha/2)\omega_i(t-u)} \sin \omega_i(t-u) du. \quad (16)$$

სეისმური ინერციის გადანაწილებული ძალა $S(x, t)$ იქნება:

$$S(x, t) = \frac{q}{g} \left[y_0'' - \frac{\partial_2 y}{dt_2} \right]. \quad (17)$$

შევიტანთ (17)-ში $\frac{\partial_2 y}{\partial t_2}$ მნიშვნელობას (16) განტოლებიდან

მივიღებთ

$$S(x, t) = \frac{q}{g} \sum_{i=1}^{\infty} \eta_i(x) \frac{2\pi}{T_i} \int_0^l y_0''(u) e^{-\pi(t-u)T} \sin \frac{2\pi}{T} (t-u) du, \quad (18)$$

სადაც მიიღება აღნიშვნა

$$\eta_i(x) = Y_i(x) \frac{\int_0^l Y_i(c)dx}{\int_0^l Y_i^2(x)dx}. \quad (19)$$

(6) და (7) გათვალისწინებით $\eta_i(x)$ კოეფიციენტებისათვის შესაბამისად მივიღებთ (A_i^a და A_i^b 1-ის ტოლია):

$$\eta_i^a(x) = \frac{4}{\pi(2i-1)} \sin \frac{2i-1}{2l} \pi x, \quad \text{ა} \quad (20)$$

$$\eta_i^b(x) = \frac{4}{\pi i} \sin \frac{\pi_i - 1}{l} x, \quad i = 1, 2, \dots \quad \text{ბ} \quad (21)$$

განივი ინერციული ძალა $Q^a(x, t)$ ა შემთხვევისათვის იქნება

$$Q^a(x, t) = \int_0^x S(x, t) dx = \frac{ql}{g} \sum_{i=1}^{\infty} f_i^a(x) \frac{2\pi}{T_i^a} \int_0^l y_0''(u) e^{\alpha\pi(l-u)/T_i^a} \sin \frac{2\pi}{T_i^a} (t-u) du, \quad (22)$$

სადაც

$$f_i^a(x) = \frac{8}{\pi^2 (2i-1)^2} \cos \frac{2i-1}{2l} \pi x.$$

განივი ინერციული ძალა $Q^b(x, t)$ ბ შემთხვევაში იქნება

$$Q^b(x, t) = -N_b + \int_x^l S(x, t) dx = -\frac{1}{2} \int_x^l S(x, t) dx + \int_x^l S(x, t) dx, \quad (23)$$

ან

$$Q^b(x, t) = \frac{ql}{g} \sum_{i=1}^{\infty} f_i^b(x) \frac{2\pi}{T_i^b} \int_0^l y_0''(u) e^{\alpha\pi(l-u)/T_i^b} \sin \frac{2\pi}{T_i^b} (t-u) du, \quad (24)$$

სადაც

$$f_i^b(x) = \frac{4}{\pi^2 i^2} \cos \frac{\pi x}{l}. \quad (25)$$

მივიღებთ რა აღნიშვნას

$$\tau(T, \alpha, t) = \frac{2\pi}{T} \int_0^l y_0''(u) e^{\alpha\pi(l-u)/T} \sin \frac{2\pi}{T} (t-u) du, \quad (26)$$

რომელიც წარმოადგენს მიწისძვრის რეაქციის სპექტრს აქსელეროგრამით $y_0''(t)$, განივი ძალის პირველი ფორმის რხევისას მივიღებთ:

ჩვეულებრივი შენობისათვის (გამლიერების გარეშე):

$$Q^a(x) = \frac{ql}{g} \frac{8}{\pi^2} \cos \frac{\pi x}{2l} \tau_{\max}(T_1^a, \alpha_1). \quad (27)$$

შენობისათვის დაყრდნობილი ბოლოთი (გამლიერებული):

$$Q^b(x) = \frac{ql}{g} \frac{4}{\pi^2} \cos \frac{\pi x}{l} \tau_{\max}(T_1^b, \alpha_6). \quad (28)$$

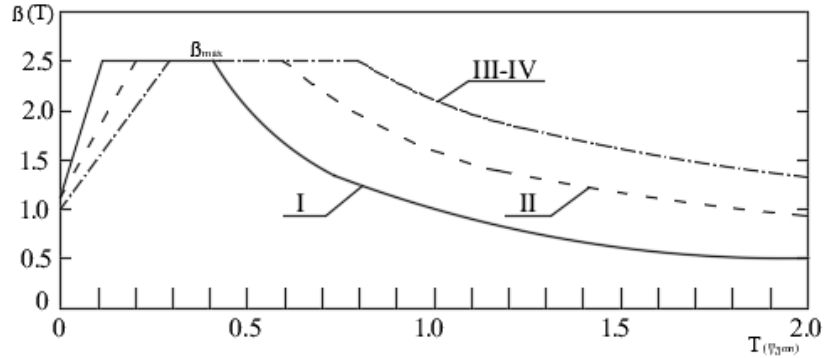
რეაქციის ნორმატიული სპექტრი უმეტესობა ქვეყნებს გააჩნია (ნახ.2) წარმოდგენილი სახით.

$$\tau_{\max}(T, \alpha) = y_{0\max}'' \beta(T)$$

$$\beta(T) = 1 + \frac{T}{T_c} (\beta_{\max} - 1) \quad 0 < T < T_c,$$

$$\beta(T) = \beta_{\max} \quad T_c < T < T_d$$

$$\beta(T) = \left(\frac{T_d}{T}\right)^{\nu} \beta_{\max} \quad T > T_d. \quad (29)$$



ნახ. 2. რეაქციის ნორმატიული სპექტრი

1-ლი კატეგორიის გრუნტისთვის:

$$T_c = 0,2c \quad T_d = 0,4c$$

მე-2 კატეგორიის გრუნტისთვის

$$T_c = 0,3c \quad T_d = 0,55c,$$

მე-3 და მე-4 კატეგორიის გრუნტისთვის

$$T_c = 0,4c \quad T_d = 0,7c.$$

დაბალსართულიანი ქვის და მონოლითური რკინაბეტონის შენობებისათვის რხევის პერიოდი პირველი ფორმით სართულებთან დაკავშირებით განისაზღვრება [97] ფორმულით

$$T_1 = (0.045 \div 0.055)n, \quad (30)$$

სადაც n სართულების რაოდენობაა, 5-სართულიანი შენობისათვის

$$T_1 = (0.225 \div 0.275)n,$$

ამიტომ, თანახმად (8) და (9)

$$T_1^a = 2T_1^b.$$

5-სართულამდე შენობებისათვის ყოველთვის ადგილი ექნება უტოლობას:

$$\tau_{\max}(T_1^b, \alpha_6) < \tau_{\max}(T_1^a, \alpha_a). \quad (31)$$

მაგალითისათვის, თუ საჭიროა მოცემული მეთოდით 4-

სართულიანი ქვის შენობის გაძლიერება, რომელიც აიგო მეორე კატეგორიის გრუნტებზე, მაშინ სპექტრის რეაქციის ორდინატისათვის (29) და (30) თანახმად:

$$\begin{aligned}
 T_1^a &= 4 \cdot 0,055 = 0,220 \text{ წმ;} \\
 \tau_{\max}(T_1^a) &= y_{0\max}'' \left[1 + \frac{0,22}{0,3} (2,5 - 1) \right] = 2,1 y_{0\max}''; \\
 T_1^b &= \frac{4}{2} 0,055 = 0,110 \text{ წმ;} \\
 \tau_{\max}(T_1^b) &= y_{0\max}'' \left[1 + \frac{0,11}{0,3} (2,5 - 1) \right] = 1,55 y_{0\max}'' .
 \end{aligned} \tag{32}$$

განივი ძალების მნიშვნელობათა შედარებისას ფორმულებით (27) და (28) და სპექტრალური ორდინატების გამოსახულებით (32), ადვილია იმის შემჩნევა, რომ ზემოთ დაყრდნობილ შენობაში სეისმური ზემოქმედება აღმოჩნდება 2.7-ით

$$\frac{Q^a(0)}{Q^b(0)} = \frac{8 \cdot 2,1}{4 \cdot 1,55} = 2,7$$

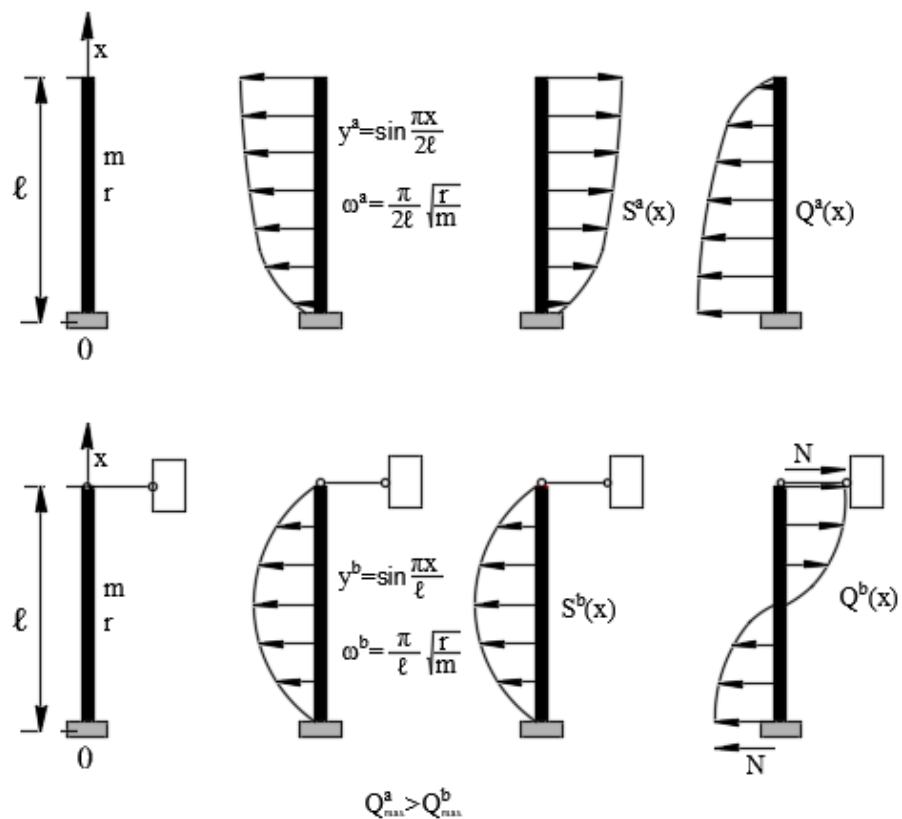
ნაკლები, ვიდრე ჩვეულებრივ შენობაში თავისუფალი ბოლოთი. ასეთივე შეფასებები მიიღება სამ და ოთხსართულიანი შენობებისთვის. განაწილების ეპიურა $S(x)$ და $Q(x)$ ნაჩვენებია ნახაზზე 3. როგორც სურათიდან ჩანს, შემოთავაზებული მეთოდით გაძლიერებისას, შედარებით უკეთეს პირობებში აღმოჩნდება შენობის შუა სართულები. დამატებით კოლონებზე იმოქმედებს ჯამური შეყურსული ჰორიზონტალური დატვირთვა, რომელიც უტოლდება:

$$Q^b(l) = \frac{ql}{g} \frac{4}{\pi^2} \tau_{\max}(T_1^b, \alpha_b) \tag{33}$$

ჰორიზონტალური დატვირთვის სიდიდის შემცირების მიზნით (33), რომელიც მოქმედებს დამატებით ნაგებობაზე და ჩაქრობის კოეფიციენტის გადიდებაზე a მთელი კომბინირებული სისტემისათვის შემოთავაზებულია ზედა სართულის მიერთება დამატებით ნაგებობაზე არა ხისტად, არამედ რეზინა-ლითონის ბალიშით, რომლითაც ჩაქრობის კოეფიციენტის მნიშვნელობა an

გაცილებით მეტია, ვიდრე ჩვეულებრივ შენობებში. მაგალითად თუ ასეთი შეერთების საერთო ჩაქრობის კოეფიციენტი შეადგენს 10% კრიტიკული ადგილიდან 5%, მაშინ სეისმური დატვირთვა სისტემაზე მცირდება საშუალოდ 1.33-ჯერ.

ძირითად შენობასა და კონსოლურ ნაგებობას შორის ბალიშების დაყენება ხელს შეუწყობს სეისმური ზემოქმედების შემცირებას შენობის ორი მიმართულებით. გრძივი მიმართულებით ბალიშები დაექვემდებარება ძვრის დეფორმაციებს, ხოლო განივი მიმართულებით გაჭიმვა-შეკუმშვის დეფორმაციას.



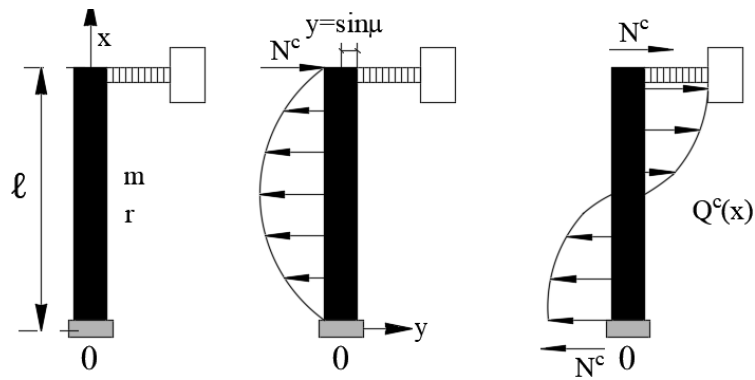
ნახ. 3. სეისმური და განივი ძალების მოძრაობის ეპიურები

თუ ძირითად შენობასა და დამატებით ნაგებობას შორის მოეწყობა რეზინა-ლითონის ბალიშები საერთო სიხისტით k_c (ნახ. 4) ამოცანის სასაზღვრო პირობები იქნება:

$$\begin{aligned}
 X=0 \quad Y(0)=0, \\
 X=1 \quad k'FGY(1)=k_c y(1).
 \end{aligned}
 \tag{34}$$

შენობის რხევის ფორმებისათვის მივიღებთ

$$Y(x) = A \sin \frac{\mu}{l} x. \quad (35)$$



ნახ. 4. შენობის საანგარიშო სქემა დამყოლი მიმაგრებით

სადაც $\mu = \omega^c t \sqrt{\frac{q}{gk'FG}}$ მნიშვნელობა განისაზღვრება შემდეგი ტრანსცენდენტული განტოლებიდან (ω^c არის წრიული სიხშირე დამყოლი ჩამაგრების შემთხვევაში)

$$tg = -\frac{k'FG/t}{k_c} = \mu. \quad (36)$$

როცა $k_c = 0$ მივიღებთ ამოხსნას კონსოლური შენობისათვის (შემთხვევა ა), ხოლო როცა $k_c = \infty$, $k_3 = k'FG/t$. მივიღებთ ამოხსნას ზემოთ ხისტად დაყრდნობილი შენობისათვის (შემთხვევა ბ). უმცირესი k_c ფესვები (36) განტოლებისა შენობისა და ბალიშების სიხისტეთა სხვადასხვა ფარდობებისათვის მოცემულია ცხრ. 1-ში.

ცხრილი 1

(36) განტოლების μ ფესვთა მნიშვნელობები

K_3/k_c	t	10	5	1	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.05	0.01	0
μ_1	1.57	1.63	1.68	2.02	2.28	2.49	2.66	2.86	2.66	2.99	3.11	3.1
	0	2	8	9	8	8	5	3	5	4	1	4

რხვის სიხისტე კომბინირებული სისტემისა და ω_1^c კოეფიციენტისა $\eta_1^c(x)$ იქნება:

$$\omega_1^c = \frac{\mu}{l} \sqrt{\frac{k_3}{m}}, \quad k_3 = \frac{k'FG}{l}, \quad m = \frac{ql}{g},$$

$$\eta_1^c(x) = \frac{l/\mu_1^2(\cos \mu_1 - 1)}{l/2 - (l/4\pi) \sin 2\mu} \sin \frac{\mu_1 x}{l}.$$
(37)

შესაბამისად განივი ძალა იქნება:

$$Q^c(x, t) = -N_c + \int_x^l S(x, t) dx,$$

რომელიც ინტეგრირების შემდეგ მიიღებს სახეს

$$Q^c(x, t) = \frac{ql}{g} \sum_{i=1}^{\infty} f_i^c(x) \frac{2\pi}{T_i^c} \int_0^l y_0''(u) e^{-\alpha_i \pi(t-u)/T_i^c} \sin \frac{2\pi}{T_i^c} (t-u) du,$$
(38)

სადაც

$$f_i^c(x) = \frac{l(\cos \mu_i - 1)}{\mu_i^2 (l/2 - l/4\pi \sin 2\mu_i)} \left[\cos \frac{\mu_i x}{l} - \frac{1}{2} (\cos \mu_i + 1) \right].$$
(39)

ადვილი შესამჩნევია, რომ ამ ზოგადი გამოსახულებებიდან მიიღება კერძო ფორმულები (27), (28) ა და ბ შემთხვევებისათვის.

ამრიგად, განხილული სამი ვარიანტის თავისუფალ რხევათა პირველი ფორმებისათვის გვექნება:

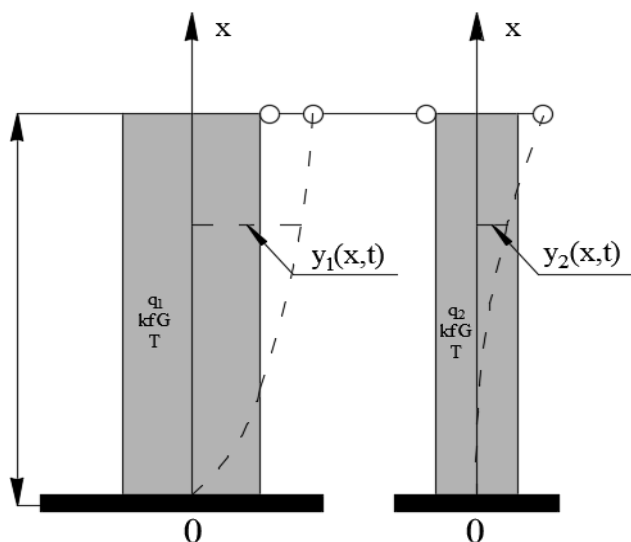
$$T_1^a = 4l \sqrt{\frac{m}{r}} \quad \text{თავისუფალი ბოლოს შემთხვევაში}$$

$$T_1^b = \frac{T_1^a}{2} \quad \text{უძრავად დამაგრებული ბოლოს შემთხვევაში}$$

$$T_1^c = \frac{\pi}{\mu} T_1^b \quad \text{მოძრავად დამაგრებული ბოლოს შემთხვევაში}$$

$$M = \frac{q}{gl}, \quad r = k'FG.$$

1 ცხრილიდან თუ გამოვიყენებთ μ მნიშვნელობას ფორმულით (38) (შემოვისაზღვრებით რა მხოლოდ რხევის პირველი ფორმით), შეიძლება მოიძებნოს ბალიშების k_c სიხისტის ოპტიმალური მნიშვნელობა, რომლის დროსაც სეისმური ზემოქმედების დაკლების ხარისხი და შეყურსული ჰორიზონტალური დატვირთვის სიდიდე დამატებით ნაგებობაზე, დააკმაყოფილებს დასახულ მიზანს დამატებითი მოწყობილობების ხარჯების თვალსაზრისით.



ნახ. 5. კომბინირებული სისტემის პირობითი საანგარიშო სქემა

მაგალითად, $k_3/k_c = 0,5$ (39) ფორმულით მივიღებთ $f_{\max}^c = 0,45$

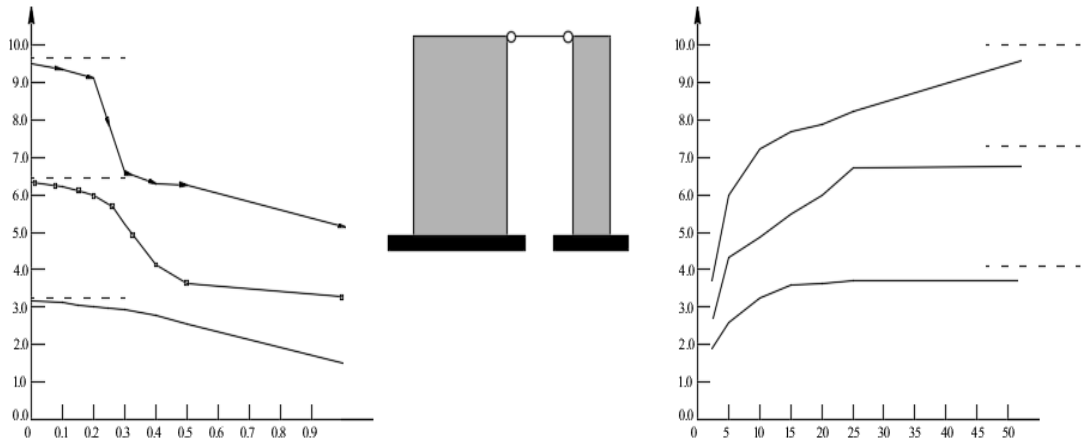
და ოთხსართულიანი სახლისთვის იქნება:

$$\frac{f_{\max}^a}{f_{\max}^c} = \frac{8}{\pi^2 0,45} = 1,8, \quad T_1^c = T_1^b \frac{\pi}{\mu_1} = 0,11 \frac{3,14}{2,28} = 0,25c;$$

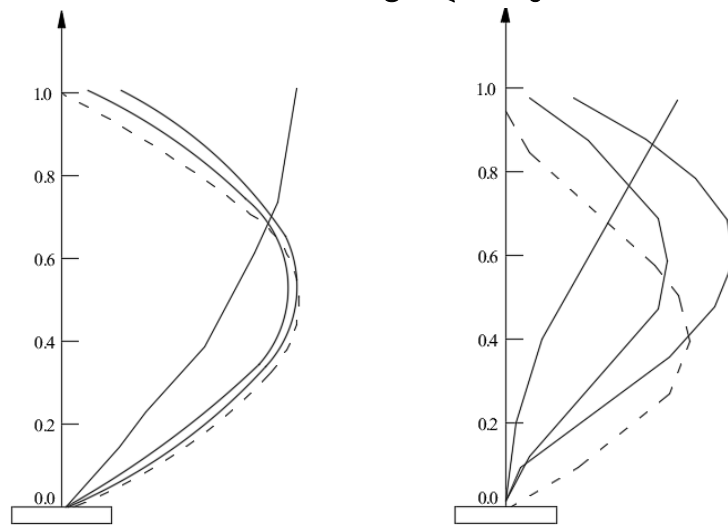
$$\tau_{\max}(T_1^a) = 2,1y_{0\max}''; \quad \tau_{\max}(T_1^c) = 1,75y_{0\max}'' ,$$

$$\frac{Q^a(0)}{Q^b(0)} = 1,18 \frac{1,1}{1,75} = 2,16.$$

ამგვარად, თუ კონსოლური თავისუფალი რხევის პერიოდი 4-5-ჯერ ნაკლებია შენობის თავისუფალი რხევის პერიოდზე, მაშინ კონსოლური ნაგებობა ხისტად დაკავშირებული შენობასთან, ასრულებს საყრდენის როლს მისთვის. ეს გარემოება ნათლად ჩანს ასევე ნახ. 7-დან, სადაც ნაჩვენებია შენობის რხევის ფორმები კონსოლური ნაგებობის გარეშე და მასთან ერთად.



ნახ. 6. კომბინირებული სისტემის T_{ki} პერიოდის დამოკიდებულება T_{H3}/T_{Cd} თანაფარდობაზე



ნახ. 7. კომბინირებული სისტემის თავისუფალ რხევათა ფორმები T_{H3}/T_{Cd} სხვადასხვა თანაფარდობაზე

ანალოგიურად 2 ცხრილის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ თუ $T_{H3}/T_{Cd} \leq 1,5$ $T_{H3}/T_{Cd} \geq 1,5$ საერთო სისტემის რხევის პერიოდი პირიქით

ცხრილი 2

სიხშირეთა განტოლების ფესვთა და C_{ik} კოეფიციენტთა მნიშვნელობები

T_{uz}/T_{cd}	რხევის I ფორმა				რხევის II ფორმა				რხევის III ფორმა			
	λ_{1l}	λ_{2l}	C_{11}	C_{2i}	λ_{12l}	λ_{22l}	C_{12}	C_{22}	λ_{13l}	λ_{23l}	C_{13}	C_{23}
0 ($EI=l$)	3.141				6.282				9.423			
0.05	3.14	0.592	0.015	-0.009	6.277	0.837	-0.011	0.009	9.432	1.026	0.011	-0.001
0.10	3.131	0.836	0.023	-0.019	6.269	1.183	-0.020	0.022	9.393	1.448	0.023	-0.030
0.15	3.125	1.023	0.031	-0.031	6.227	1.444	-0.035	0.045	9.199	1./55	0.095	-0.129
0.20	3.103	1.177	0.04	-0.045	6.120	1.653	-0.075	0.100	7.866	1.874	0.367	-0.129
0.25	3.075	1.310	0.052	-0.062	5.754	1./42	-0.199	0.271	6.849	1.955	0.184	-0.500
0.30	3.032	1.425	0.069	-0.087	5.111	1.850	-0.345	0.470	6.560	2.096	0.086	-0.250
0.40	2.881	1.604	0.125	-0.166	4.150	1.925	-0.299	0.407	6.445	2.399	0.047	-0.116
1.00	1.575 (1.575)	1.875 (1.875)	0.367	-0.500	3.366 (4.725)	2.741 (4.694)	-0.073	0.087	6.323 (7.875)	3.757 (7.855)	0.061	-0.060
5.00	0.745	2.883	0.248	-0.284	1.883	4.580	-0.552	0.542	3.456	6.211	0.143	-0.062
10.0	0.565	3.550	0.488	-0.503	1.172	5.115	-0.352	0.346	2.502	7.474	0.537	-0.147
15.0	0.422	3.761	0.850	-0.858	0.990	5.759	-0.307	0.304	1.781	7./23	0.568	-0.537
20.0	0.329	3.836	1.225	-1.231	0.879	6.266	-0.379	0.372	1.435	8.003	0.435	-0.568
50.0	0.137	3.912	3.383	-3.383	0.435	6.973	-1.569	1.569	0.859	9.797	0.667	-0.435
		3.927				7.068				10.212		

უახლოვდება, მაგრამ ნაკლებ ინტენსიურად, ღუნვადი დგარის რხევის პერიოდს, მაგრამ დაყრდნობილი ზედა ბოლოთი.

მართლაც, ასეთი დგარისათვის სასაზღვრო პირობები იქნება:

$$\begin{aligned} x = 0, Y_2 = 0, Y_2' = 0, \\ x = l, Y_2 = 0, Y_2'' = 0 \end{aligned} \quad (40)$$

რომლებსაც მივყავართ სიხშირეთა ცნობილ განტოლებასთან

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \lambda_2 l - \operatorname{th} \lambda_2 l = 0 \\ \lambda_{21} l = 3.926, \lambda_{22} l = 7.068, \lambda_{23} l = 10.210. \end{aligned} \quad (41)$$

აღსანიშნავია ერთი ძალიან მნიშვნელოვანი პრაქტიკული თვალსაზრისით გარემოება; იმისათვის, რომ ღუნვადმა დგარმა შეასრულოს უძრავი საყრდენის როლი ძვრადი შენობისათვის, მისი პერიოდის მნიშვნელობა უნდა იყოს 4-ჯერ ნაკლები, ვიდრე მნიშვნელობა თვით შენობის პერიოდისა და მათი როლების შეცვლის შემთხვევაში, ე.ი. რომ ძვრადი შენობა ემსახუროს უძრავ საყრდენად ღუნვად დგარს, მისი პერიოდის მნიშვნელობა უნდა იყოს 20 და უფრო მეტჯერ ნაკლები, ვიდრე თვით დგარის პერიოდის მნიშვნელობა.

ნახ. 8-ზე ნაჩვენებია პირველი 4 ფორმა კომბინირებული სისტემის რხევისა როცა $T_{\text{იზ}}=T_{\text{ცდ}}$, როგორც ჩანს პერიოდების მნიშვნელობები კომბინირებული სისტემისა მნიშვნელოვნად უახლოვდებიან ერთმანეთს. თუ ცალკემდგომი ძვრადი შენობისათვის მათი შეფარდება რხევათა პირველი სამი ფორმისათვის შეადგენს 1, 1/3, 1/5, ხოლო ცალკემდგომი ღუნვადი დგარისათვის 1, 1/6, 1/17, მაშინ კომბინირებული სისტემისათვის, როცა $T_{\text{იზ}}=T_{\text{ცდ}}$ ისინი შესაბამისად შეადგენენ 1, 1/2, 1/4.

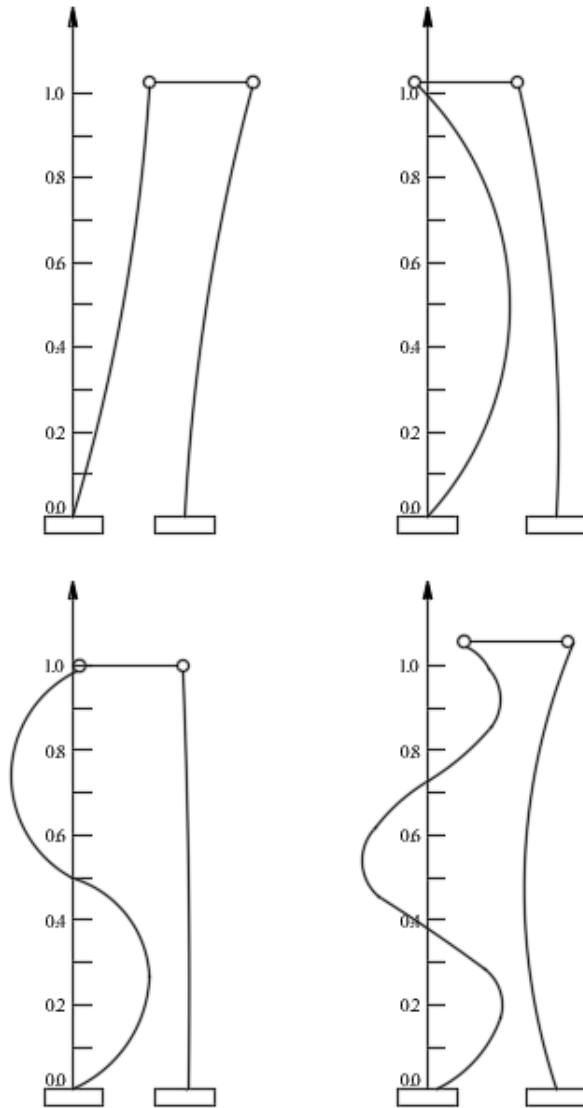
2. კომბინირებული სისტემის იძულებითი რხევები.

სეისმური დატვირთვების ზემოქმედებისას კომბინირებული სისტემის იძულებითი რხევების განტოლებები იქნებიან:

$$k'FG \frac{\partial y_1}{\partial x^2} - \frac{q_1}{g} \frac{\partial^2 y_1}{\partial t^2} = \frac{q_1}{g} \frac{\partial^2 y_0}{\partial t^2}$$

$$EI \frac{\partial^4 y_2}{\partial x^4} + \frac{q_2}{g} \frac{\partial^2 y_2}{\partial t^2} = \frac{q_2}{g} \frac{\partial^2 y_0}{\partial t^2},$$
(42)

სადაც, $y_0''(t)$ გრუნტის რხევის აჩქარებაა (მიწისძვრის აქსელეროგრამა). განტოლებათა ამოხსნას (42) ვეძებთ



ნახ. 8. კომბინირებული სისტემის თავისუფალ რხევათა ფორმები როცა $T_{ივ}/T_{ცდ}$

3 ცხრილის მონაცემებით დასტურდება, რომ დაკავშირება 4-5 სართულამდე ძირითად ქვის სახლთან დამატებითი ნაგებობის კომბინირებული სისტემის $T_{ივ}/T_{ცდ} \leq 0.2$, ან $EI/k'FG \geq 30|2$, პარამეტრებით, ამუშავებს შენობას როგორც ძელს ზედა

დაყრდნობილი ბოლოთი. რაც გამოიწვევს სეისმური ინერციული ძალების შემცირებას (როგორც $\tau_{ma}(T_1)$ -ის, ისე f_{11}^c -ის შემცირების გამო) დაახლოებით 2,5-ჯერ თავდაპირველ სისტემასთან შედარებით.

ცხრილი 3

კოეფიციენტების მნიშვნელობა F_{li}^a , F_{li}^b , F_{li}^c

x/l	F_{li}^a	F_{li}^b	F_{li}^c	
			$T_{нз}/T_{сд}=0.2$	$T_{нз}/T_{сд}=0.15$
0	0.8106	0.4053	0.4660	0.4367
0.1	0.8006	0.3854	0.4436	0.4155
0.2	0.7709	0.3279	0.3788	0.3539
0.3	0.7222	0.2382	0.2777	0.2580
0.4	0.6557	0.1253	0.1501	0.1369
0.5	0.5732	0	0.0080	0.002
0.6	0.4764	-0.1253	-0.1348	-0.1319
0.7	0.3680	-0.2382	-0.2647	-0.2537
0.8	0.2505	-0.3279	-0.3693	-0.3509
0.9	0.1268	-0.385	-0.4385	-0.4139
1.0	0	-0.4053	-0.4657	-0.4367

განხილული 5-სართულიანი ქვის კონკრეტული 1-450-2 სერიის სახლისთვის ძირითადი ტონის პერიოდით $T_1^A = 0.342$ წმ, ზემოთმოყვანილი ფორმულების საფუძველზე და სეისმური ძალების განსაზღვრის PA ნორმების გამოსახულებათა გამოყენებით რხევის პირველი ფორმისათვის:

$$Q_{11}^c(x,t) = \frac{q_1^l}{g} f_{li}^c(x) A k_0 \beta_{li}^c(T_1). \quad (43)$$

II კატეგორიის გრუნტებისათვის, $T_{нз}/T_{сд}$ სხვადასხვა შეფარდებისას მიღებული განივი ძალების შემცირების კოეფიციენტების მნიშვნელობები I სართულის დონეზე მოცემულია 4 ცხრილში.

ცხრილი 4

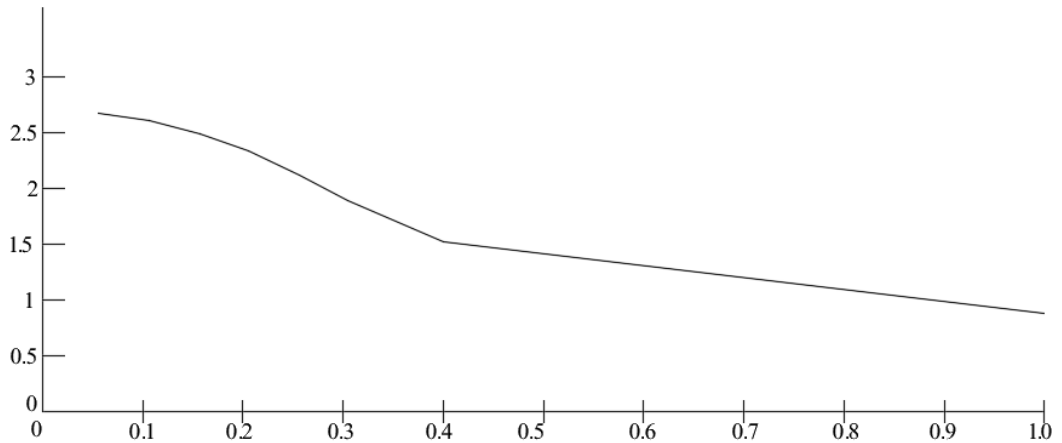
სეისმური დატვირთვის (გაძლიერების) შემცირების კოეფიციენტები

$$Q_{11}^a/Q_{11}^c$$

$T_{нз}/T_{сд}$	$T_{1нз}^a$	$\beta_{11ад}^a$	T_{11}^c	β_{11}^c	$\beta_{11}^a/\beta_{11}^c$	Q_{11}^a/Q_{11}^c
0.05	0.342	2.5	0.171	1.855	1.347	2.68

0.1	0.342	2.5	0.171	1.855	1.347	2.61
0.15	0.342	2.5	0.171	1.855	1.347	2.49
0.2	0.342	2.5	0.173	1.865	1.34	2.33
0.25	0.342	2.5	0.174	1.87	1.336	2.14
0.3	0.342	2.5	0.177	1.885	1.326	1.91
0.4	0.342	2.5	0.186	1.93	1.295	1.52
1	0.342	2.5	0.34	2.5	1	0.856

ნახ. 9-ზე ნაჩვენებია გრაფიკული დამოკიდებულება გაძლიერების კოეფიციენტისა ძირითადი შენობის T_{cd} და დამატებითი ნაგებობის T_{nz} თავისუფალი რხევის პერიოდთა თანაფარდობაზე, PA ნორმებით ანგარიშისათვის.

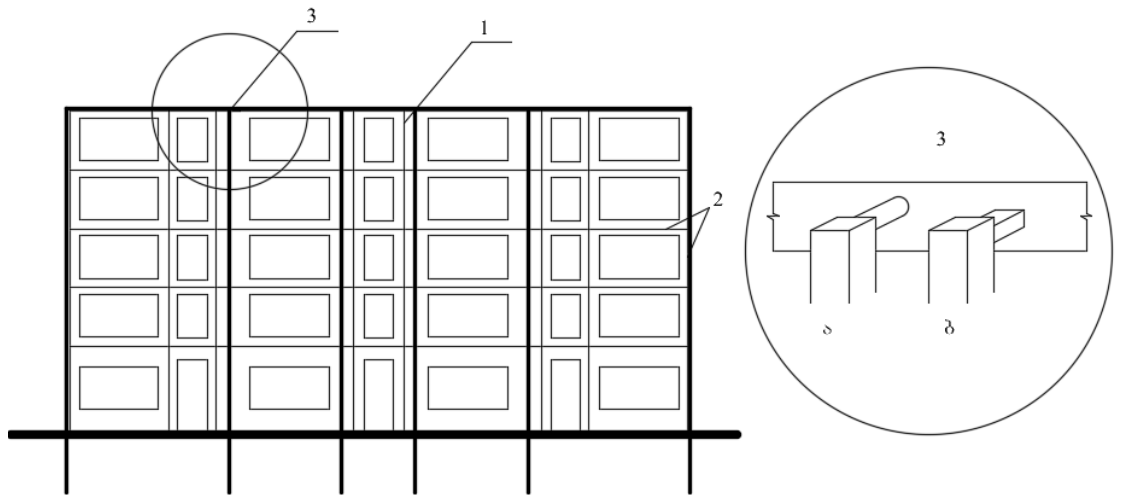


ნახ. 9. გაძლიერების კოეფიციენტის დამოკიდებულება ძირითადი შენობის T_{cd} და დამატებითი ნაგებობის T_{nz} თავისუფალი რხევის პერიოდების თანაფარდობაზე

დაახლოებითი სქემა ხუთსართულიანი კონსოლური ნაგებობისა, ბრტყელი ხუთსართულიანი ჩარჩოს სახით, ხუთსართულიანი 1-450-2 სერიის ქვის სახლების გაძლიერებისათვის (სართ. სიმაღლე 2.8 მ, სიგრძე 42მ) ნაჩვენებია ნახ. 10-ზე. ჩარჩოს სიხისტის ასამაღლებლად განხილულ იქნა, აგრეთვე, ვარიანტი კვანძების გახისტებისა სპეციალური ვუტებით, რომლებსაც (როგორც ანგარიშებმა აჩვენა) შეუძლიათ მნიშვნელოვნად გაზარდონ ჩარჩოს სიხისტე და შეამციროს კონსოლური ჩარჩოს თავისუფალი რხევის პერიოდი 2-ჯერ.

შენობათა დაზიანებები და ავარიულობის ხარისხი. მიუხედავად უკანასკნელ ათწლეულებში მიღწეული დიდი წინსვლისა,

სეისმომდეგი მშენებლობის თეორიული და პრაქტიკული პრობლემების წარმატებული გადაწყვეტის საქმეში, ჯერ კიდევ ძალზედ მნიშვნელოვანია, ამათუიმ ტიპის მზიდი კონსტრუქციული სისტემის მქონე არსებული შენობების ტექნიკური მდგომარეობის დადგენა, ყველასათვის გასაგები, ყველა პროფესიონალი სპეციალისტისათვის ერთნაირი შედეგის მომცემი მიდგომებით, ხერხებით, მეთოდებით, შეფასებების მიღებულ-აპრობირებული ან/და ზუსტად ფორმულირებული ტერმინების, ცნებებისა და კრიტერიუმების გამოყენებით, მათი დაზიანებების დონის განსაზღვრისათვის შესრულებული, საინჟინრო-ტექნიკური გამოკვლევების საფუძველზე.



ნახ. 10. შესაძლო ვარიანტები დამატებითი ნაგებობის მოწყობისა ბრტყელი ჩარჩოს სახით. 1 – ძირითადი შენობა, 2 – დამატებითი ნაგებობა რ/ზ ან ლითონის ჩარჩო, 3 – შენობის ჩარჩოთი შენობის გამაგრების ვარიანტი, ა – ხისტი შეერთება ლითონის ღეროებით, ბ – დამყოლი შეერთება რეზინა-ლითონის ბალიშებით.

სწორად შესრულებული ასეთი კვლევების შედეგები კარგ წინაპირობას ჰქმნიან სწორი მიმართულებით განხორციელდეს ძლიერ დაზიანებულ შენობათა გამაგრება-აღდგენის, ხოლო საჭიროების, მათ შორის რეკონსტრუქციის შემთხვევაში, მათი გამაგრება-გაძლიერების წინასაპროექტო, საპროექტო და სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოები. ექსპლუატაციაში მყოფი შენობებისა და სხვა ნაგებობების აღდგენა ან გაძლიერება ისეთნაირად უნდა მოხდეს, რომ მიღწეული იქნეს სამშენებლო ნორმებითა და წესებით განსაზღვრული შენობის

სეისმომდეგობის ძირითადი მიზანი – შენობის ექსპლუატაციის მთელი ვადის განმავლობაში უზრუნველყოფილი იქნეს საიმედოობის დანიშნული დონე.

საინჟინრო-ტექნიკური გამოკვლევა ითვალისწინებს ტერიტორიის საინჟინრო-გეოლოგიური პირობების, შენობის არქიტექტურულ-დაგეგმარებითი, სივრცული და კონსტრუქციული გადაწყვეტების, კონსტრუქციებისა და საინჟინრო მოწყობილობების დაწვრილებით/ დეტალურ შესწავლას. კვლევები ტარდება ორი ძირითადი ხერხით:

- ვიზუალურად მარტივი ხელსაწყოების გამოყენებით;
- კომპლექსურად/დეტალურად ხელსაწყოებისა და ლაბორატორიული გამოკვლევების გამოყენებით.

კვლევებით დადგენილი უნდა იყოს მზიდი კონსტრუქციების, როგორც შენობის ერთიან სისტემაში შემავალი ელემენტების ფაქტიური მდგომარეობა.

სამწუხაროდ, შენობის ელემენტების ვიზუალურად შესამჩნევი დაზიანებების მიზეზი, მხოლოდ მიწისძვრების ზემოქმედება როდია. ნორმალური ექსპლუატაციისა და გულმოდგინე მოვლის შემთხვევაშიც კი, ხშირია შენობა-ნაგებობათა დაზიანებები მათი ფუნქციონირების არათანაბარი ჯდენების გამო. როგორც ექსპერტები ამტკიცებენ მიზეზი ამისა, არის გრუნტის ზიდვის უნარის შემცირება (დაკარგვა), გამოწვეული მასში ფილტრაციული წყლის გავლით. არაიშვიათად, შენობათა დაზიანების მიზეზი არის ის შეცდომები, რომლებიც დაშვებულია მათი დაპროექტების ან/და მშენებლობის პროცესში.

სხვადასხვა ორგანიზაციების მიერ ჩატარებული საინჟინრო-გეოლოგიური კვლევითი სამუშაოები ცხადყოფენ, რომ მარტო თბილისში, ოფიციალური მონაცემებით მეოცე საუკუნის ბოლოს 81 473 სახლი იყო დაზიანებული. აქედან 3000 ფაქტიურად დანგრევის პირას იყო მისული, 800 კი მთლიანად დასანგრევი. თბილისის მერიის

მონაცემებით 12809 ინდივიდუალური მიშენება (ლოჯიებზე ან/და ლოჯიების), უმეტესწილად აგებულია ყოველგვარი სამშენებლო ნორმების და წესების გაუთვალისწინებლად.

ქალაქ თბილისის მუნიციპალიტეტისა და მერიის წინაშე მდგომი ქალაქმშენებლობითი პრობლემების დაჩქარებულად დაძლევის ბოლო რამდენიმეწლიან პერიოდში, ა(ა)იპ „თბილისის მუნიციპალური ლაბორატორია“ ინტენსიურად ახორციელებს როგორც ავარიულ შენობა-ნაგებობათა ვიზუალურ დათვალიერება-შესწავლა-გამოკვლევას, ისე ავარიულ შენობა-ნაგებობათა გამაგრება-აღდგენის სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოთა ტექნიკურ ზედამხედველობას. ქვემოთ მოცემულია მცირეოდენი სტატისტიკური მონაცემები ამ კუთხით და ვიზუალური გამოკვლევის საყურადღებო საკითხები.

მთლიანად შესრულებულია 2350 სახლის ვიზუალური გამოკვლევის სამუშაოები:

1. 2015 წელს შესრულდა – 298 სახლის გამოკვლევა
2. 2016 წელს შესრულდა – 427 სახლის გამოკვლევა
3. 2017 წელს შესრულდა – 301 სახლის გამოკვლევა
4. 2018 წელს შესრულდა – 430 სახლის გამოკვლევა
5. 2019 წელს შესრულდა – 662 სახლის გამოკვლევა
6. 2020 წელს შესრულდა – 232 სახლის გამოკვლევა

სულ : 2350

აღდგენილ-გამაგრებული ობიექტების რაოდენობა გამაგრების ღონისძიებათა ტიპების მიხედვით 2015–2020წ.წ.

1. სახლები, რომლებიც თითქმის დანგრეული იყო (IV-V ხარისხის) და აშენდა თითქმის თავიდან 2015–2020 წლების განმავლობაში, დაახლოებით – 95.
2. გობისებრი ფილების მოწყობით სარდაფში, დახლოებით – 109.
3. დაზიანებული საძირკვლების ქვეშ შედგმის მოწყობით – 148.
4. დაზიანებული კედლების და ღიობების მოჩარჩოება, ბადეში ჩასმა ორივე მხრიდან და ბეტონის ორივე მხრიდან ჩასხმით – 135.
5. კედლების ბზარების შევსება დაჭირხვნიტ პოლიმერ ცემენტით – 75.

6. ხიმინჯებით ფუნდამენტების გამაგრება როსტვერკის მოწყობა – 125.
7. პილონების მოწყობით, როგორც მეტალის ასევე რკინა-ბეტონით – 115.
8. ბანკეტების მოწყობით – 92.

მთლიანად შესრულებულია 920 სახლის აღდგენა-გამაგრების სამუშაოები

1. 2015 წელს შესრულდა – 128 გამაგრება-აღდგენა.
2. 2016 წელს შესრულდა – 145 გამაგრება-აღდგენა.
3. 2017 წელს შესრულდა – 148 გამაგრება-აღდგენა.
4. 2018 წელს შესრულდა – 213 გამაგრება-აღდგენა.
5. 2019 წელს შესრულდა – 237 გამაგრება-აღდგენა.
6. 2020 წელს შესრულდა – 49 გამაგრება-აღდგენა.

სულ : 920.

დამკვეთის მიერ შენობაში დაზიანებათა არსებობის შესახებ ინფორმაციის მიღებისა და სათანადო წერილით დავალების გაცემის შემდეგ, სპეციალისტების მხრიდან შენობის ვიზუალური შესწავლა-გამოკვლევის შედეგთა საფუძველზე, ხდება შენობის ავარიულობის ხარისხის დადგენა.

განმარტებითი ლექსიკონის მიხედვით „ავარია“ (იტალ. ავარია) სიტყვის მნიშვნელობა არის „დაზიანება“; „ავარიული“ სიტყვისა – „ავარიის გამომწვევი“ ან „რასაც ავარია მოელის“; „ავარიულობა“ სიტყვის განმარტება კი – „ავარიულის თვისება, მდგომარეობა“. ამ განმარტებათა შეჯერებით ვღებულობთ, რომ „ავარიულობა“ არის „ავარიის გამომწვევობა“ ან/და „დაზიანების გამომწვევობა“.

ამრიგად, ავარიულობა არის დაზიანებული შენობის ის თვისება, რომელიც მომავალში შეიძლება ახალი დაზიანებების გამომწვევი გახდეს, შენობაზე რომელიმე ნორმატული საანგარიშო დატვირთვის ზემოქმედების დროს. ასეთ ზემოქმედებად ექსპლუატაციაში მყოფი დაზიანებული შენობისათვის უნდა ჩაითვალოს ნებისმიერი არამუდმივი

(ანუ ე.წ. დროებითი) დატვირთვა, ხოლო მათ შორის ყველაზე საშიშად – სეისმური დატვირთვა (მისი დროში და სივრცეში წინასწარ ზუსტი განუსაზღვრელობისა და შესაძლო დიდი სიძლიერის გამო).

საჭიროა აღინიშნოს დაზიანებულ, სეისმურ რაიონებში არსებულ შენობათა ავარიულობის დონის განსაზღვრის თავისებურებაც, არასეისმურ რაიონში არსებულ იმავე დაზიანების მქონე იმავე პარამეტრების (ფუძე-გრუნტების ჩათვლით) შენობასთან შედარებით. მაგალითად, მზიდკედლებიანი შენობებისათვის მზიდ კედლებში ისეთი გამჭოლი ბზარების არსებობა, რომლებიც არასეისმურ რაიონში შენობის ავარიულობას შეიძლება არც გულისხმობდეს და მხოლოდ ჩვეულებრივ რემონტს (შეკეთებას, ქვიშა-ცემენტის ხსნარით კარგად ამოვსებას და შელესვას) საჭიროებდეს, – საკმაოდ მაღალი ხარისხის ავარიულობის მაჩვენებელია სეისმურად აქტიურ რაიონში მდებარე (სხვა მხრივ ანალოგიური) შენობისათვის. მსგავსი ვითარებაა (შესაძლო მცირეოდენი განმასხვავებელი ნიუანსებით) ნებისმიერი სხვა ტიპის დაზიანებული შენობების, ან/და მშენებლობის ნებართვის (ე.ი. სათანადოდ შეთანხმებული პროექტის) არმქონე შენობების ავარიულობის განსაზღვრის შემთხვევაშიც, ამ შენობათა სეისმურ და არასეისმურ რეგიონებში განთავსების მიხედვით. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თუ გამჭოლი ბზარებით დაზიანებული ან/და სათანადოდ შეთანხმებული პროექტის გარეშე აშენებული შენობა სეისმურ რაიონში მდებარეობს, მაშინ ის ვიზუალური გამოკვლევის შემთხვევაში, ფაქტიურად, ყოველთვის ავარიულად უნდა ჩაითვალოს. რასაც ყოველთვის ვერ ვიტყვით არასეისმურ რაიონში მდებარე შენობაზე.

აქვე აუცილებლად მიგვაჩნია შევნიშნოთ შემდეგი: რადგან ავარიულობა არის, გარკვეული ხარისხით დაზიანებული შენობის ის თვისება, რომელიც მომავალში შეიძლება ახალი დაზიანებების გამომწვევი გახდეს (შენობაზე რომელიმე ნორმატული საანგარიშო დატვირთვის ზემოქმედებისას), და რადგან, ამავე დროს იგივე განმარტება, ცხადია, იმავე გარკვეული ხარისხის დაზიანებისთვისაც სამართლიანია, – სეისმურ სკალებში მოცემული შენობის დაზიანებათა

ხარისხების განმარტებები შეიძლება გამოყენებული იქნეს შენობის ავარიულობის ხარისხთა განმარტებების თვალსაზრისითაც, თუმცა ამ შემთხვევაში უმჯობესია აქცენტი გაკეთდეს მხოლოდ მზიდ კონსტრუქციულ ელემენტთა დაზიანებებზე.

ქვემოთ მოგვყავს, შენობის ავარიულობის ხარისხთა დაზუსტებული განმარტებები (სეისმური ინტენსივობის სკალებში მოცემული დაზიანებათა ხარისხების შესაბამისად):

I ხარისხი – მზიდ კონსტრუქციებში ბზარები არ შეინიშნება;

II ხარისხი – მზიდი კონსტრუქციების მსუბუქი დაზიანებები: მზიდ კედლებში მცირე ბზარები, წვრილი ბზარები მზიდ კონსტრუქციებში;

III ხარისხი – მძიმე დაზიანებები – მზიდი კონსტრუქციების მნიშვნელოვანი დაზიანებები: დიდი, გამჭოლი/ღრმა (ღრმა, მაგ., – სარდაფის მიწით დაფარული გარე პერიმეტრის კედლისათვის) ბზარები კედლებში, კარკასში;

IV ხარისხი – რღვევა/ჩამონგრევა – შენობის ნაწილების ნგრევა: ჩანგრევები/ჩანატეხები მზიდ კედლებში, შენობის ცალკეულ ნაწილებს შორის კავშირების რღვევა ან/და ნაწილების ნგრევა, შიგა კედლის/კედლების ან/და კარკასის მზიდი ელემენტის/ელემენტების ჩამოქცევა;

V ხარისხი – ჩამოქცევა/ჩამოზავება: შენობის მთლიანად რღვევა, მისი სრული ჩამონგრევა.

სადისერტაციო ნაშრომი გადმოცემულია ვაზისუბნის მე-2 მ/რაიონი, კორპ. №14-ში ავარიული საცხოვრებელი სახლის აღდგენა-გამლიერება, ვაზისუბნის მე-2 მ/რაიონი, კორპ. 16 სართულიანი ავარიული საცხოვრებელი სახლის აღდგენა-გამლიერება, ნაძალადევის რაიონში, ზესტაფონის ქ. 19ა-ში ავარიული სახლის, ნაბურღ-ინექციური ხიმინჯების გამოცდის პროგრამა.

ძირითადი დასკვნები

ჩატარებულ კვლევათა შედეგები საშუალებას იძლევიან გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. განისაზღვრა დაზიანებულ შენობათა ავარიულობის კრიტერიუმები მზიდ კონსტრუქციებში ბზარების გახსნის სიჩქარის მიხედვით, არსებული მეთოდიკის სრულყოფისთვის. საქალაქო საცხოვრებელი ფონდის დაზიანებულ შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის მეთოდიკის შემადგენელი ნაწილი, ქვეყნის წინაშე მდგომი ამ მეტად მტკივნეული და ხარჯტევადი, მაგრამ კრიტიკულად მოსაგვარებელი საკითხის ეტაპობრივად, გეგმაზომიერად, თანდათანობით, საჯარო და ყველასათვის გასაგები მიდგომით მაგრამ აუცილებლად გადაწყვეტის მიზნით.
2. დამუშავდა ავარიულ საცხოვრებელ შენობათა ერთი კონკრეტული ჯგუფისათვის – მიშენებათათვის (სხვადასხვა დროს აშენებული ძირითადი და მიშენებული ნაწილების მქონე „შენობებისათვის“) ავარიულობის სტატუსის მომხსნელ რეკონსტრუქცია-გამაგრება-გამლიერებათა კონცეფცია, რომელიც ითვალისწინებს:
3. შემუშავებული იქნა კაპიტალურ შენობათა მასობრივ-სერიულ ჯგუფებს (ტიპებს) შორის შედარებით მოწყვლადი ჯგუფისათვის, – მსხვილბლოკური მრავალსართულიანი შენობებისათვის აღდგენა-რეკონსტრუქციისა და გამლიერება-რეკონსტრუქციის კონცეფცია.
4. შემოთავაზებულია დაზიანებულ მსხვილბლოკურ მრავალსართულიან შენობათა აღდგენა-რეკონსტრუქციის (ან/და გამლიერება-რეკონსტრუქციის) სამი მეთოდი: შენობის შიგა სივრცეში ლითონის ირიბნებიანი და სისტემურ-ცვლადსიხისტიანი, დღევანდელი ტერმინოლოგიით – სეისმოიზოლატორებიანი, დამატებითი ჩარჩოების მოწყობით; შენობის მთელ სიმაღლესა და პერიმეტრზე რკინაბეტონის მიშენებული პილონებით და მათ სივრცეში ლოჯიების მოწყობით; შენობის გრძივ ფასადებთან

პილონების მიშენებითა და შენობის ზემოდან სართულის/სართულების დაშენებით, საჭიროების შემთხვევაში სეისმოიზოლატორებიანი დამატებითი ჩარჩოების მოწყობით.

5. თუკი დაზიანებული მსხვილპანელოვანი სეისმომედეგი შენობის დეტალური გამოკვლევით დგინდება, რომ ის აკმაყოფილებს მოქმედი ნორმატული აქტების მოთხოვნებს, მისი ანაკრები კონსტრუქციები და ელემენტთა შეერთებები შესრულებულია საპროექტო გადაწყვეტებთან სრული შესაბამისობით, ხოლო ფუძე-გრუნტების სისუსტის გამო სტატიკურ ან/და ქარის დატვირთვებზე მასში წარმოქმნილი დეფორმაციები, აგრეთვე, ბზარები რკინაბეტონის მზიდ კონსტრუქციულ ელემენტებში არ პროგრესირებენ (მათ შორის, მხოლოდ ფუძე-საძირკვლების გამაგრების შემდეგ ან მათ გაუმაგრებლად), – მაშინ სრულიად უსაფრთხოა ასეთი შენობის მზიდ კონსტრუქციებში არსებული (თუნდაც გამჭოლი) ბზარები, გამაგრების გარეშე მხოლოდ ისეთი სარემონტო სამუშაოებით იქნეს ლიკვიდირებულ-მოპირკეთებული, რომლებითაც აღიკვეთება ბზარების სივრციდან არმატურების კოროზირება.

დისერტაციის ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია შემდეგ ნაშრომებში:

1. For the issue of accident rate on extensions performed on multi-storey capital residential buildings. – L. Samkharadze, Iu. Svanidze, T. Shubitidze, O. Tsitsilashvili (A(A)IP „Tbilisi Municipal Laboratory“). – „Seismics 2018” – International Conference „Seismic resistance and rehabilitation of buildings”. – Publishing House „UNIVERSAL”, Tbilisi, 2018. p.p. 24-27.
2. სამხარაძე ლაშა. ავარიულ-დეფორმირებული ნაგებობების აღდგენა-რეკონსტრუქციის პროექტირების ორგანიზაციის გაუმჯობესების პრობლემები და დაპროექტების მეთოდოლოგია ქ. თბილისის მაგალითზე // უწყვეტ გარემოთა მონათესავე პრობლემები. ქუთაისი 2019. გვ. 361–365.

3. კახიანი ლ., გურუშიძე გ., სამხარაძე ლ., სვანიძე ი. ქარის დაცვისთვის ზემოქმედება ცათამბჯენებზე და მათი გაანგარიშების თანმიმდევრობა //სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“. № 3(52), თბილისი 2018. გვ. 85-87.
4. გედევანიშვილი გ., სამხარაძე ლ., კახიანი ლ., ყიფიანი გ. მაღალსართულიანი პანელოვანი ავარიული საცხოვრებელი სახლის გამაგრება გაძლიერების ღონისძიებები // სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(55). თბილისი. 2020 გვ. 110-113.
5. Kachkachishvili Niko, Samkharadze Lasha. Dynamical Stability of Sandwich Plate // X International Conference of The Georgian Mathematical Union/ABSTRACTS. Batumi, September 2-6, 2019.- p. 117.
6. Samkharadze L., Kipiani G. Improving of building stability based on the their seismic resistance // Problems of Mechanics N 2(83), Tbilisi, 2021, pp. 47-54.
7. სამხარაძე ლ. შენობის დინამიური ურთიერთქმედების გამოკვლევა ხისტად შეერთებულ კონსოლურ ნაგებობასთან // სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ № 4(60), თბილისი. 2021.

Abstract

1. Scientific value of project

a) Value and importance of the project, actuality of the research/project topic, novelty of the research. Value of the project is determined by the implementation of these scientific innovations in practice and the optimization of the proposed solutions of the proposed seismic insulation system for the implementation of design solutions for the restoration of damaged residential buildings, because in practice the use of seismic insulation According to the type of building.

Importance of the project is confirmed by the technical-organizational efficiency of the project, the most painful and costly but critically resolved process of reconstruction and reconstruction of damaged residential buildings in Georgia, in a planned, gradual, most accelerated-reliable G5 To provide a solution.

Project provides an overview of the problems that often arise (including in large cities in successful European countries) when dealing with issues related to the maintenance and modernization of existing civil funds. Moreover, this is noticeable in the case of the current population of Georgia, which has suffered greatly on the one hand, the increase in seismicity of the territory by virtually one point; And on the other hand, the abolition of the existing service of residential buildings in a way that was not well thought out and organized at the legislative level, the creation of a more effective service of substitute, adequate or professional workers, as soon as the old one is abolished. In this regard, the project will consider the main typical groups of existing buildings, according to their types of wall materials and load-bearing construction systems. General approaches to the issue of modernization of individual buildings will be given. For the increased seismicity conditions of the area, one of the main approaches to increase the seismic resistance of existing buildings will be proposed reconstruction-strengthening of the load-bearing structural system of the building through construction-installation and installation of seismic-insulated metal frames inside the building. Based on practical experience and program-complex method of calculation of spatial (both linear and non-linear) calculation of load-bearing structural systems of buildings, it will be concluded that in each case, the need for reconstruction and modernization of the building must be determined. With a detailed study of the condition and in-depth 2 analysis of seismic resistance. Determination-selection of specific solutions for reconstruction, as well as comprehensive engineering-calculation and technical-economic analysis should be based.

The project will be an attempt to raise a number of important or problematic issues identified in the process of implementation of the mentioned works for consideration and their further discussion-definition-clarification-solution to increase the buildings seismic resistance.

Novelty of the research

Damage criteria for damaged buildings will be introduced according to the speed of opening cracks in the bearing-load structures, which should be an integral part of the existing city housing fund-damaged building reconstruction-reconstruction methodology. With an approach, but definitely in order to resolve; The concept of emergency relief reconstruction-reinforcement-reinforcement for construction for one specific group of damaged residential

buildings (for "buildings" built at different times and with "built-in parts") will be developed; A concept of restoration-reconstruction and reinforcement-reconstruction for mass-serial groups (types) of capital buildings will be developed for a relatively reinforced group, for large-block multi-storey buildings; Three methods of reconstruction of damaged large-block multi-storey buildings will be proposed: arranging additional metal frames in the interior of the building with seismic and system-variable, seismic insulators in the current terminology; With reinforced concrete pylons on the whole height and perimeter of the building and arrangement of loggias in their space; With the addition of pylons to the longitudinal facades of the building and the construction of the floor / floors from the top of the building, with the arrangement of additional frames with seismic insulators, if necessary.

b) Project goals and objectives. The goal of the project is to use effective restoration-reconstruction methods, consistent efforts of professionals and joint maximum mobilization of the country's capabilities to significantly reduce the expected catastrophic consequences of earthquakes, to contribute to the In the still difficult conditions of increased seismicity and transformations. To achieve the set goal, the following main tasks are envisaged: to clearly and distinctly define the crash criteria for buildings; Develop a concept for dismantling reconstruction-reinforcement-reinforcement of emergency status for constructions (for "buildings" built at different times, with main and built-up parts) for one specific group of damaged residential buildings; Develop a concept of restoration-reconstruction and reinforcement-reconstruction for the group to be strengthened among the mass-serial groups (types) of capital buildings, for large-block multi-storey buildings; Methods of restoration-reconstruction-strengthening of damaged large-block multi-storey buildings were selected; Consideration of methods of restoration-reconstruction-strengthening of multi-storey large-block buildings, elaboration of methods of restoration-reconstruction and reinforcement-reconstruction of the existing municipal housing fund, with appropriate-conclusions and recommendations. A practical idea for increasing the seismic resistance of large buildings without evicting the occupants is presented. In our view, such an approach would avoid the capital costs associated with liquidating large-scale non-hazardous buildings and the cost of constructing new earthquake-resistant buildings instead. The proposed method of increasing seismic resistance is simple, easy to implement and does not require large costs. Large block constructions mean the part of the building that protects it from external influences. They are required to have sufficient strength and durability under the impact of vertical and horizontal loads and must meet the requirements of durability, fire resistance according to the building class, as well as the requirements of high quality of heat and sound insulation properties. Be reliable and seismic resistant.

c) Research methodology. Methodology used for reinforcement-reconstruction of buildings in the project: method of strengthening joints with metal structures; method of inserting stiffness diaphragms; Method of strengthening the foundations; Method of protection against deformation of ringed and spools; Wall reinforcement method of arranging reinforcement mesh;

As well as the methodology of strengthening-reconstruction of monolithic buildings, namely: the method of strengthening the foundation; Diaphragm reinforcement method; Deformation reduction method; Roofing reinforcement method;

To strengthen a brick building: a method of double-sided reinforcement of walls with reinforcement; Method of strengthening joints and openings with metal construction; Filling cracks with different methods; The method of Alexandrian brick formations. 3

d) Local and international scientific collaboration, compliance of the PhD student's visit abroad with the research topic.