

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ალექსანდრე თათანაშვილი

**კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა სეისმომედეგობის ამაღლება
აქტიური სეისმოდამცავი სისტემების საშუალებით**

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

სადოქტორო პროგრამა : მშენებლობა 0406

თბილისი

2018წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში,
სამშენებლო ფაკულტეტზე,
სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის დეპარტამენტში,
სსიპ შ. რუსთაველის ეროვნულ სამეცნიერო ფონდში

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ასოც. პროფესორი ალექსანდრე ლებანიძე

რეცენზენტები: ლერი ზამბახიძე
დავით რამიშვილი

დაცვა შედგება 2018 წლის „12“ ივლისს, 16.00 საათზე საქართველოს
ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის სხდომაზე მისამართი: 0175,
თბილისი, კოსტავას 68^ბ. კორპუსი I დისერტაციის გაცნობა
შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში, ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის
ვებგვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს
სწავლული მდივანი:

დემური ტაბატაძე

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

თემის აქტუალობა: „კულტურული მემკვიდრეობა ის ფასეულობაა, რომელიც წარსულთან გვაკავშირებს, აწმყოსთვის მყარ საყრდენს გვაძლევს და მომავლისკენ გზას გვიკვალავს“.

კულტურული მემკვიდრეობის დაცვა ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი პრობლემაა, რომელიც დგას საზოგადოების წინაშე. ბოლო ათწლეულების განმავლობაში შეიქმნა კრიტიკული სიტუაცია, როდესაც კულტურულ მემკვიდრეობას უფრო და უფრო ემუქრება განადგურება. განსაკუთრებული ზიანი ადგებათ საუკუნოვანი ტრადიციის მქონე შენობა-ნაგებობებს, რომელთა არსებობა მთლიანად მუდმივ მოვლაზეა დამოკიდებული. ასეთ ვითარებაში ჩნდება კითხვა, არის თუ არა დაზიანება ისე შორს წასული, რომ შეკეთება უკვე შეუძლებელია; უნდა ვაღიაროთ თუ არა ძეგლის სრული განადგურება; თუ ერთადერთი ალტერნატივა რადიკალური განახლება და რეაბილიტაციაა. ჩვეულებრივი შენობებისაგან განსხვავებით, ისტორიული ნაგებობების აღდგენა-გადლიერებისას ყოველთვის უნდა ვითვალისწინებდეთ როგორც ნივთიერი ქსოვილის არაერთგვაროვნებას, ასევე კონსტრუქციის უნიკალურობას.

ტექნიკური მდგომარეობის შეფასების თანამედროვე მეთოდიკა საჭიროებს მუდმივი დაკვირვების, შეფასების, პროგნოზის და კულტურული მემკვიდრეობის მართვის სისტემების არსებობას, რომლის ჩატარება უნდა ხორციელდებოდეს წინასწარ შემუშავებული პროგრამით. ამისათვის აუცილებელია ყველა ძეგლის სისტემური მონიტორინგი და კვლევა. საჭიროა ტექნიკური მდგომარეობის შეფასებისათვის ჩატარებული კვლევების შედეგების სისტემური შემუშავება, მისი ანალიზური დამუშავებისათვის.

თბილისში არსებული კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების მდგომარეობის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ კონსტრუქციული ელემენტების დაზიანება ძირითადად გამოწვეულია მათზე ატმოსფერული ნალექების ხანგრძლივი ზემოქმედებით და განსაკუთრებით მრავალჯერადი მიწისძვრებით გამოწვეული ფაქტორებით. კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების ნაგებობების კონსტრუქციები, როგორც

წესი, შესრულებულია ადგილობრივი სამშენებლო მასალებით. იმდროინდელი სამშენებლო ტექნოლოგიები არ იყო საკმარისი მათში, დღეს კარგად ცნობილი, ანტისეისმური ელემენტების მოსაწყობად.

დისერტაციის მიზანს წარმოადგენს: კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლების და ზოგადად, ისტორიული ღირებულების მქონე ნაგებობების გეგმიური კვლევა, მათი მომავალი ექსპლოატაციის პირობების შეფასება, ეფექტური და უსაფრთხო კონსტრუქციული გადაწყვეტები, იერსახის ავთენტურობის სრული დაცვით ავარიული შენობების შიდა მზიდი კონსტრუქციების დემონტაჟი და ჩანაცვლება ახალი რ/ბ. კონსტრუქციული ელემენტებით, მისი ფასადის შენარჩუნებით. არსებული შესანარჩუნებელი ფასადის ნაწილის და ახალი საპროექტო შენობის მაკავშირებელ კონსტრუქციებში სეისმოდამცავი სისტემების მოწყობა. ღირებულების და ეკონომიურობის შეფასება. ჩატარებული კვლევის საფუძველზე საქართველოში შეიქმნას ისეთ სეისმომედეგ კონსტრუქციათა სისტემა, რომელიც საანგარიშო მიწისძვრის ინტენსივობას გაუძლებს, არ გამოიწვევს ადამიანთა მსხვერპლს და მატერიალურ ზარალს.

ექსპერიმენტული კვლევის ამოცანაა: შესანარჩუნებელი კედლის მაკავშირებელი კონსტრუქციული ელემენტების ჩამაგრება საპროექტო (ახალ) ნაგებობასთან ხისტად და ფრიქციული კავშირების საშუალებით.

მეცნიერული სიახლე: ნაშრომში განხილულია კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლის სტატუსის მქონე ნაგებობების რეკონსტრუქციისას არსებული, შესანარჩუნებელი პერიმეტრის კედლის მიერთების სხვადასხვა ვარიანტები საპროექტო ნაგებობასთან, კონსტრუქციული გადაწყვეტების დადებითი და უარყოფითი მხარეები.

ძირითად მეცნიერულ სიახლეს წარმოადგენს შემოთავაზებული ახალი ტიპის მაკავშირებელი კონსტრუქციული სქემა, რომელშიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სეისმოდამცავი ღონისძიებები.

მიღებული შედეგების პრაქტიკული ღირებულება: სადისერტაციო ნაშრომში ჩატარებული კვლევები და სიახლეები გვაძლევს იმის საფუძველს, რომ მოცემული მეთოდის დანერგვა და პრაქტიკული განხორციელება მნიშვნელოვნად გაამარტივებს და აღმოფხვრავს იმ პრობლემებს, რაც ძეგლის სტატუსის მქონე

ნაგებობების რეკონსტრუქციისას წარმოიშვება. აქტიური სეისმოდამცავი სისტემების გამოყენება მსგავსი ტიპის ნაგებობების აღდგენისას უზრუნველყოფს უამრავი ავარიული ნაგებობის ალტერნატიული გზით ჩანაცვლებას, მისი იერსახის მაქსიმალურად შენარჩუნებით. აღნიშნული მეთოდით ჩანაცვლება არქიტექტორებს მისცემს საშუალებას ნაგებობის შიდა სივრცის სურვილისამებრ დაგეგმარებაში, ნებისმიერი მიზნის განსახორციელებლად. საბოლოოდ, უსარგებლო, ავარიული ნაგებობების მაგივრად, მივიღებთ თანამედროვე სტანდარტებით აღდგენილ ძეგლს, რომლის ხანგრძლივი ექსპლოატაცია გარანტირებული იქნება.

ნაშრომის აპრობაცია და გამოქვეყნებული პუბლიკაციები: მასლების მიხედვით გამოქვეყნებულია 5 სამეცნიერო სტატია, დისერტაციის ძირითადი შედეგები მოხსენებულ იქნა:

1. „რკინაბეტონის კონსტრუქციაში ბზარების წარმოქმნა და მათი გამოკვლევის მეთოდები“- საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი, სტუდენტთა მე-10 საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია, 2016 წ. (გვ. 28-29)ქ. თბილისი.

2. „Improvement of Seismic Stabiliti of Cultural Monuments through Installation of Active Seismic Protective Systems“- International research conference proceedings; Eissn-1307-6892 may 10-11, 2018 amsterdam the Netherlands; (გვ. 602-603). ჰოლანდია, ქ. ამსტერდამი.

3. ნაშრომის ძირითადი სიახლე წარდგენილია „საქპატენტში“ როგორც სასარგებლო მოდელი, დადგენილია პრიორიტეტი, განცხ. ნომერი AU2018 14749 , „შესანარჩუნებელი ფასადის კედლის ადაპტირება საპროექტო ნაგებობასთან“.

სამუშაოს მოცულობა და სტრუქტურა: სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავლის, 4 თავის, დასკვნის და გამოყენებული ლიტერატურის 96 დასახელების ნუსხისაგან. ტექსტის საერთო მოცულობაა 100 გვერდი.

ნაშრომის შინაარსი

პირველი თავი - ეხება კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა ზოგად მიმოხილვას, სადაც საუბარია იმ ძირეულ პრობლემებზე და მათი გადაჭრის აუცილებლობაზე, რამაც დროის გარკვეულ ეტაპებზე მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენა ჩვენი წინაპრების დანატოვარს. ასევე საუბარია სეისმური ზემოქმედებების შედეგად მიყენებულ დაზიანებებზე და მათი აღმოფხვრის გზებზე, რასაც ჩვენი წინაპრები საუკუნეების მანძილზე მიმართავდნენ.

საქართველოს ტერიტორია მდებარეობს მაღალი სეისმური აქტივობის ზონაში. მიწისძვრის ზემოქმედებით, საუკუნეების მანძილზე, დაინგრა და ამჟამადაც ინგრევა მრავალი შენობა-ნაგებობა. ისტორიამ მრავალი ცნობა შემოგვინახა დამანგრეველი მიწისძვრების შესახებ. ამასვე მეტყველებს მეცნიერების მიერ, თანამედროვე ტექნიკის გამოყენებით შესწავლილი და გამოქვეყნებული მასალები. ახალი გამოკვლევებით დადგინდა, რომ ჩვენი ქვეყნის სამშენებლო მოედნები დაყოფილია 7, 8 და 9 ბალიანი ინტენსივობის ზონებად. მოგვყავს ზოგიერთი ცნობა ძლიერი მიწისძვრების შესახებ საქართველოში:

ბასილ ზარზმელი VIII-IX ს.ს. წერდა, რომ მოხდა დიდი ძვრა მიწისა, რომელმაც გააკვირვა ყველა .

გიორგი მთაწმინდელი XI ს-ში: აღნიშნავს. რომ მიწისძვრამ გაანადგურა ყოველივე. ცნობილია დამანგრეველი მიწისძვრა მცხეთაში 1283 (1275) წელს, რომლის დროსაც ჩამოიქცა სვეტიცხოვლის გუმბათი, მნიშვნელოვანი დაზიანებაც მიიღო ტაძარმა.

1940წ ძლიერმა მიწისძვრამ დააზიანა სამწევრისი (VIII ძეგლი), რომელსაც ჩამოეშალა გუმბათი, აგრეთვე დაინგრა სამხრეთ-აღმოსავლეთი კედლის კუთხე.

ამიტომ, ყოველივე ამის გამო ჯერ კიდევ ჩვენს წელთაღრიცხვამდე, ჩვენი წინაპრები მიმართავდნენ ანტისეისმურ ღონისძიებებს, რათა შეენარჩუნებინათ დიდებული ტაძარ-სალოცავები.

ყურადღებას იპყრობს წყობისა და განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი კონსტრუქციების გამაგრება ხის ელემენტებით, რომლითაც იქმნებოდა ჰორიზონტალურად შეკრული ანტისეისმური სარტყელი. ასე მაგალითად, ჯიგრაშენის ტაძრის თაღში განლაგებული 6 რიგი მუხის მასალისაგან

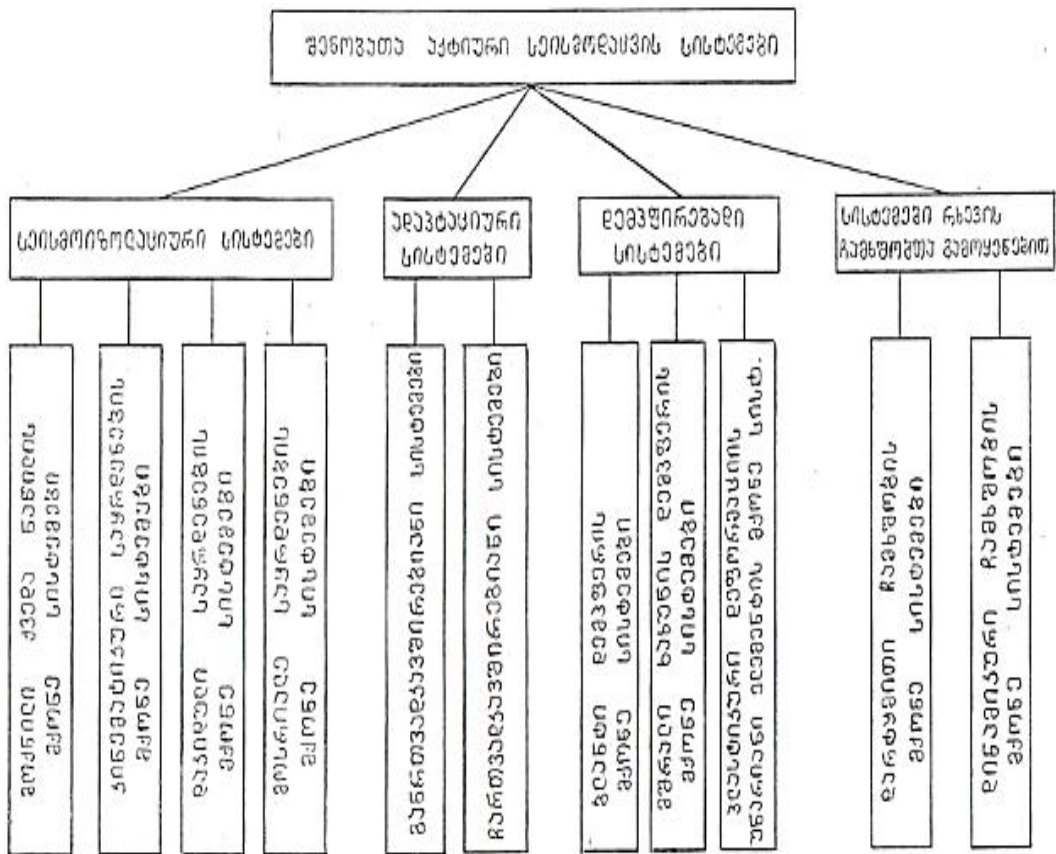
დამზადებული ანტისეისმური კავშირებია, რომლებიც მრავალკუთხოვან ჩარჩოს ქმნიან გეგმაში. იმის გამო, რომ გუმბათი თორმეტწახნაგა პრიზმას წარმოადგენდა, 5 რიგის ჩარჩოც თორმეტი ელემენტისაგან შედგებოდა. ხოლო მეექვსე ჩარჩო, უშუალოდ ყელის ქვეშ, ხუთკუთხა იყო, რომელიც კვეთით უფრო ძლიერ ელემენტს წარმოადგენდა. ხუთკუთხა ჩარჩოს თითოეული კოჭის სიგრძე 5 მ-ის ტოლი იყო, ხოლო დიამეტრი 30 სმ.

აღსანიშნავია ისიც, რომ რიყის ქვისაგან ნაგებ საცხოვრებელ სახლებშიც, ქართლსა და კახეთში იყენებდნენ ხის მასალის ანტისეისმური სარტყლებს.

პირველად, ძველი ხუროთმოძღვრების ძეგლებში, წრომის ტაძრის (VII საუკუნის დასაწყისი), ცენტრალური გუმბათი გარე კედლებს კი არ ეყრდნობა, არამედ ცალკე მდგომ 4 სვეტს, რომელიც კვადრატს წარმოქმნის. ტაძრის დეფორმაციების შესწავლის შედეგად აგებულმა დეფორმაციის მრუდეებმა გვაჩვენა, რომ სვეტები, რომლებმაც განიცადა ჯდენა, მოსცილდა კედლებს, განიცადა ჯდენა გუმბათის ნაგებობასთან ერთად. გადახურვები და თალები მხოლოდ მიყვანილია გუმბათამდე და მასთან დაკავშირებული არ არის (არც ხისტად და არც სახსრის საშუალებით). ე.ი. თანამედროვე ტექნიკურ ენაზე, გამოიყო ანტისეისმური ნაკერებით.

ასევე საინტერესოა, ე.წ. ლუნეტების მოწყობა კამარის ან გუმბათის წყობაში დატოვებული სინათლის დიობი. დიობის თავზე განლაგებული ქვის ზღუდარის განსატვირთავად ეწყობა სოლისებრი თაღოვანი ზღუდარი (აგურისაგან ან თლილი ქვისაგან), რომელიც ვერტიკალურ დატვირთვას გადასაცემს ზღუდარის საყრდენებს და ქვას ლუნვაზე აღარ ამუშავებს. სივრცე ორივე ზღუდარს შორის შეიძლება შეივსოს შედარებით მსუბუქი მასალით ან დარჩეს განათებისათვის. ზემოთ ჩამოთვლილი ანტისეისმური ღონისძიებები გვიჩვენებს, რომ ქართველ მშენებლებს, ოსტატებს, ხუროთმოძღვრებს გაუთავებელმა შემოსევებმა, დამანგრეველმა მიწისძვრებმა და გარე ზეგავლენით გამოწვეულმა ფაქტორებმა ასწავლეს ისეთი მეთოდები, რომ მათ შემდგომ შთამომავლებს დახვედროდათ მათი ხელით ნაგები მარადიული ძეგლები.

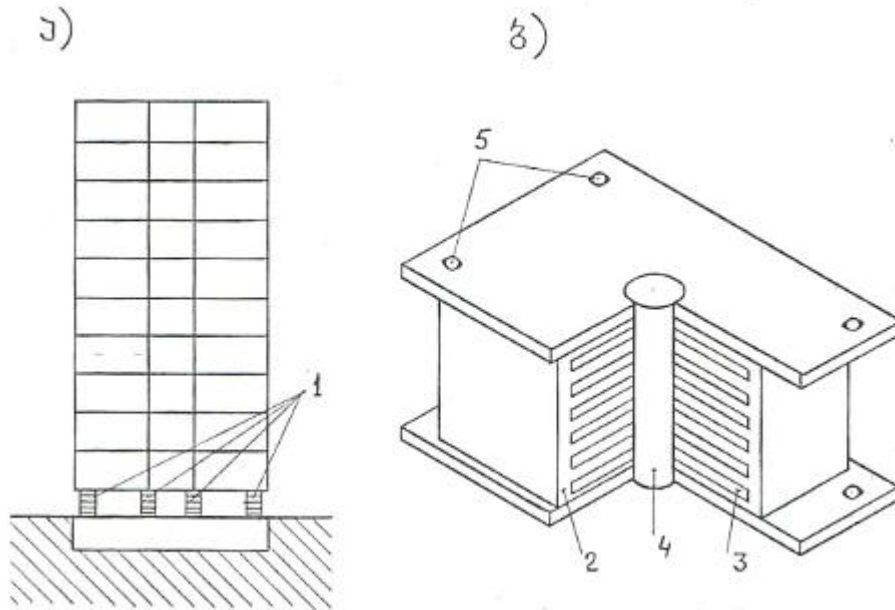
მეორე თავში - წარმოდგენილია ფართოდ გამოყენებადი ნაგებობათა აქტიური სეისმოდამცავი სისტემების კლასიფიკაცია. როგორც ირკვევა, აქტიური სეისმოდამცვის საშუალებათა ეფექტური გამოყენებით შესაძლებელია ნაგებობის სეისმური დატვირთვის ორ-სამჯერ შემცირება, რაც საშუალებას იძლევა გაანგარიშება ჩატარდეს ერთი ბალით ნაკლებ სეისმურ ზემოქმედებაზე. როგორც წესი, სეისმოდამცვის თითოეულ სისტემას ნაგებობის კონსტრუქციის, მისი სართულების რაოდენობის, მოსალოდნელი მიწისძვრის ხასიათის და სხვა ფაქტორთა გათვალისწინებით გამოყენების განსაზღვრული სფერო აქვს. ჩვენი მიზანია აქტიური სეისმოდამცვის არსებული სისტემებიდან თითოეული მათგანის დადებითი და უარყოფითი მხარეების შეფასების გზით.



შენიშნული აქტიური სეისმოდამცვის სისტემების კლასიფიკაცია

2.1. სეისმოიზოლაციური სისტემები

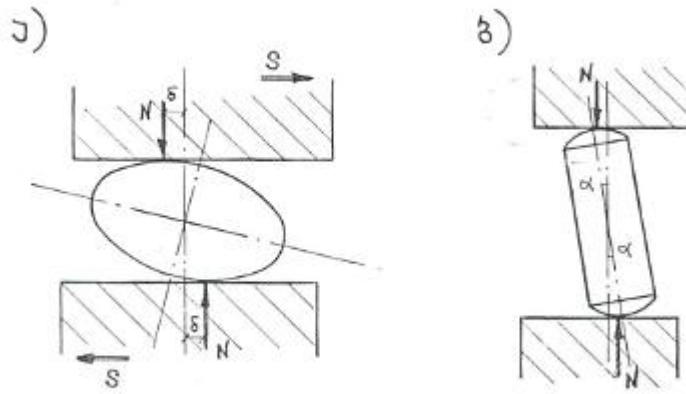
საკმაოდ გავრცელებულია რეზინისა და ლითონისაგან დამზადებული საყრდენების გამოყენება საძირკველსა და შენობის მზიდ კონსტრუქციებს შორის საყრდენების ჰორიზონტალური სიხისტე ასჯერ ნაკლებია ვერტიკალურ სიხისტესთან შედარებით.



რეზინა-ლითონის საყრდენით შენობის სეისმოიზოლაცია

ამის გამო ისინი საკმაოდ მტკიცენი არიან კუმშვისას და უზრუნველყოფენ ჰორიზონტალური გადაადგილების დრეკადობას. მიწისძვრის შედეგებმა ცხადყო ასეთი საყრდენების ეფექტურობა-ნაგებობა თითქმის უვნებელი გადარჩა, თუმცა თვითონ საყრდენები მნიშვნელოვნად დაზიანდნენ.

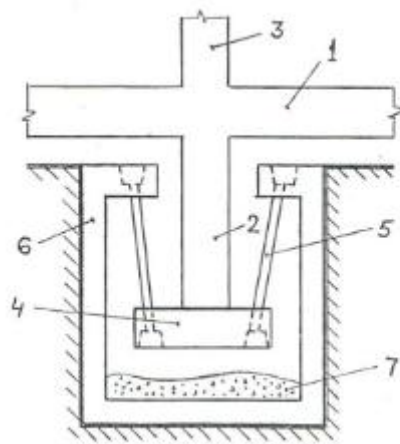
კინემატიკური საყრდენების მრავალი ვარიანტია დამუშავებული, თუმცა პრაქტიკულად იშვიათად გამოიყენება. მიზეზი ისაა, რომ ნაკლებადაა შესწავლილი ასეთი სისტემების მუშაობა დაბალი სიხშირის სეისმური ზემოქმედებისას. ასეთი მიწისძვრისას კინემატიკური საყრდენების მქონე შენობამ შეიძლება დაკარგოს მდგრადობა და დაინგრეს.



კინემატიკური საყრდენებით შენობის სეისმოიზოლაცია

მისი გამოყენება რეკომენდირებულია მხოლოდ იმ რაიონებში, სადაც მოსალოდნელია მაღალი სიხშირის მიწისძვრა. სხვა შემთხვევაში საჭირო გახდება სეისმოდაცვის დამატებითი ღონისძიებების ჩატარება. სფერული ზედაპირის მქონე დგარების დამზადება დიდ სიზუსტეს მოითხოვს, ისევე როგორც მათი მონტაჟი. ეს კი ამკვირებს მათ ღირებულებას.

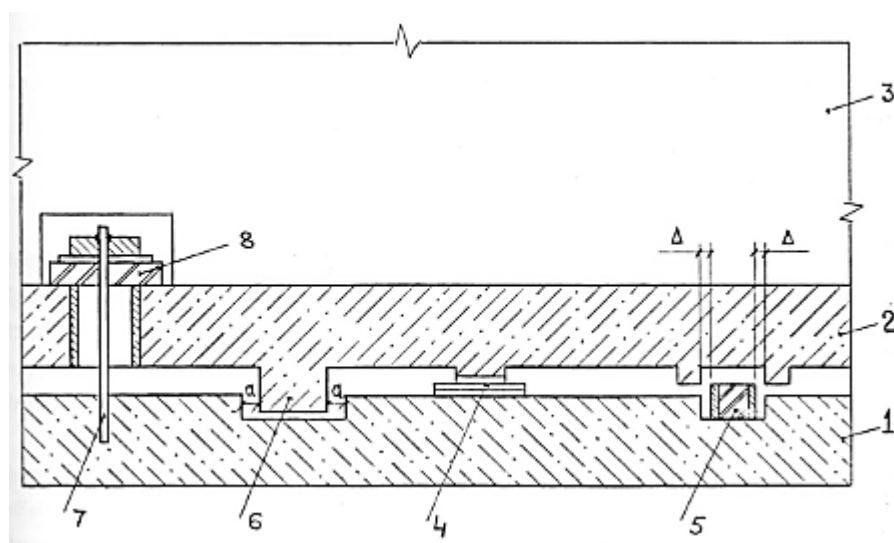
დაკიდულსაყრდენიანი სისტემებიც იშვიათად გამოიყენება სეისმომდეგ მშენებლობაში, ძირითადად, კონსტრუქციის სირთულისა და სიძვირის გამო. ნახ. 3-ზე ნაჩვენებია ერთერთი ასეთი სისტემა.



დაკიდულსაყრდენიანი საძირკველი

ბეტონის ჭიქაში ოთხ წინსაწარდამაბულ დახრილ რკინაბეტონის მჭიმზე დაკიდულია რკინაბეტონის ფილა. ამ ფილას ეყრდნობა სვეტისქვეშა დგარები, რომლებიც ზემოდან შეკრულია როსტვერკით.

სეისმოიზოლაციის ამავე ჯგუფს მიეკუთვნება დაკიდულსართულებიანი შენობებიც. ისინი არქიტექტურული გადაწყვეტის მეტ თავისუფლებას იძლევიან, მცირედი საძირკვლების მოსაწყობად შესასრულებელ სამუშაოთა მოცულობა, შენობა ნაკლებად მგრძნობიარეა საძირკვლის არათანაბარი ჯდენისადმი. ასეთი სისტემების საიმედოობის გაზრდის მიზნით რეკომენდირებულია მშრალი ხახუნის კვანძების მოწყობა.



მოსრიალე ქამრის ელემენტთა სქემა.

მოსრიალე საყრდენების მქონე სისტემებიდან შევჩერდებით ერთერთ მათგანზე-მოსრიალე ქამრის მქონე შენობებზე. მისი ელემენტების სქემა მოცემულია ნახ. 4-ზე. ნაგებობის მზიდ კონსტრუქციებსა და საძირკველს შორის, ან ჰორიზონტალურ სიბრტყეში ორად გაყოფილ საძირკველში ეწყობა მცირე ხახუნის კოეფიციენტის მქონე მასალისაგან დამზადებული საყრდენები (მაგალითად, უჟანგავი ფოლადისა და ფტოროპლასტის ფურცლები). მცირე რხევისას ფუძის აჩქარება მთლიანად გადაეცემა მიწისზედა ნაწილს-როგორც მათი ხისტი შეერთების შემთხვევაში. აჩქარების გაზრდით ხდება ხახუნის ძალების შესუსტება და შენობის გასრიალება საძირკვლის მიმართ, რაც ამცირებს ნაგებობის ზედა ნაწილში აღძრული ინერციის ძალებს. გათვალისწინებულია ჰორიზონტალური და

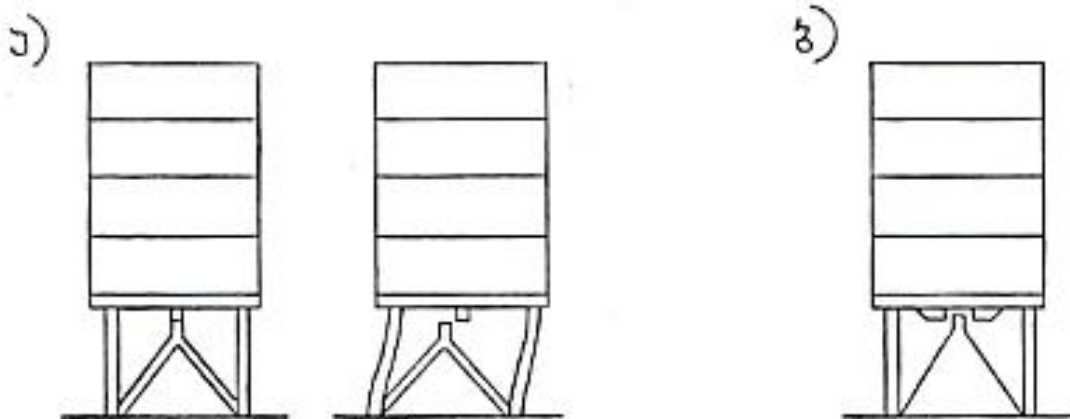
ვერტიკალური გადაადგილების შემზღუდველთა მოწყობა. ავტორთა მტკიცებით, აღნიშნული კონსტრუქციის ეფექტურობა დადასტურდა როგორც ექსპერიმენტებით, ისე ნატურალური გამოცდის შედეგებით.

2.2. ადაპტაციური სისტემები

ადაპტაციური სისტემები ორი სახისაა: განრთვადკავშირიანი და ჩართვადკავშირიანი. მათ შესწევთ უნარი მიწისძვრის პროცესში დინამიკური მახასიათებლების გარკვეულ ფარგლებში ცვალებადობისა. ეს საშუალებას აძლევს სისტემას „გაექცეს“ რეზონანსს, თუ მიწისძვრის რხევის დომინანტური პერიოდი დაემთხვევა შენობის საკუთარი რხევის პერიოდს.

განრთვადკავშირებიანი სისტემების დინამიკური მახასიათებლების ცვლილება ხდება რხევის გარკვეულ ამპლიტუდაზე სპეციალურად მოწყობილი კვანძების გაწყვეტის (განრთვის) ხარჯზე. განრთვად კავშირად გამოიყენება სარეზერვო ელემენტები ან ცალკეული მზიდი კონსტრუქცია.

ასეთი სისტემები, ძირითადად, გამოიყენება ხისტი კონსტრუქციის მქონე შენობებში, რომელთაც აქვთ მოქნილი პირველი სართული. ყველაზე მეტი ეფექტი მათ ექნებათ იმ რაიონებში, სადაც მოსალოდნელია მაღალი სიხშირის მიწისძვრები.



სეისმოდაცვის ადაპტაციური სესტემები

ნაკლად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ ზოგჯერ მიწისძვრის ბოლო სტადიაზე ხდება დომინანტური სიხშირის კლება და შესაძლებელია ის მეორედ დაემთხვეს (უკვე განრთულკავშირებიან) შენობის რხევის საკუთარ სიხშირეს, რაც

გამოიწვევს კონსტრუქციის მზიდუნარიანობის დაკარგვას. ეს ნაკლი შეიძლება გამოსწორდეს ჰორიზონტალური გადაადგილების შემზღუდველების ან დემპფერების გამოყენებით.

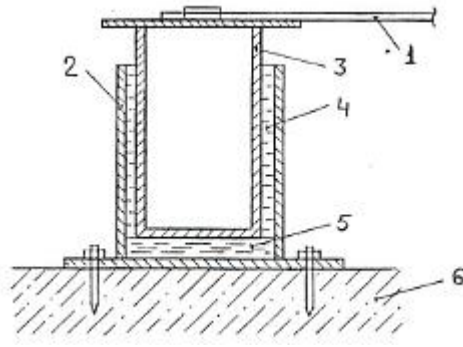
ჩართვადკავშირებიან სისტემებს არაწრფივ დინამიკურ სისტემებს აკუთვნებენ. განრთვადკავშირებიანი სისტემებისაგან განსხვავებით აქ არ ხდება კავშირის გაწყვეტა და ამიტომ არც მათი აღდგენაა საჭირო მიწისძვრის შემდეგ.

ჩართვადკავშირებიანი სისტემით აღჭურვილ შენობას უნდა ჰქონდეს რხევის საკუთარი დაბალი სიხშირე. თუ მიწისძვრის დროს მზიდი კონსტრუქციების გადაადგილებამ მიაღწია განსაზღვრულ სიდიდეს, ხდება სპეციალურად მოწყობილი კავშირების ჩართვა, მყისიერად იზრდება შენობის სიხისტე და შესაბამისად, რხევის სიხშირე, რის გამოც შენობა „გაექცევა“ მისთვის საშიშ რხევის რეზონანსულ რეჟიმს. იმისათვის, რომ კავშირების ჩართვის გამო არ წარმოიშვას დარტყმითი მოვლენა, საჭიროა სიხისტის ცვლილება მოხდეს თანდათან, კავშირების საფეხურებად ჩართვის ხარჯზე.

შესაძლებელია, ზოგჯერ უფრო ეფექტური გამოდგეს ჩართვად და განრთვადკავშირებიანი სისტემების ერთდროული გამოყენება, ან ჩართვადკავშირებიანი სისტემების და რხევის დინამიკური ჩამხშობის ერთად დაყენება.

2.3 დემპფირებადი სისტემები

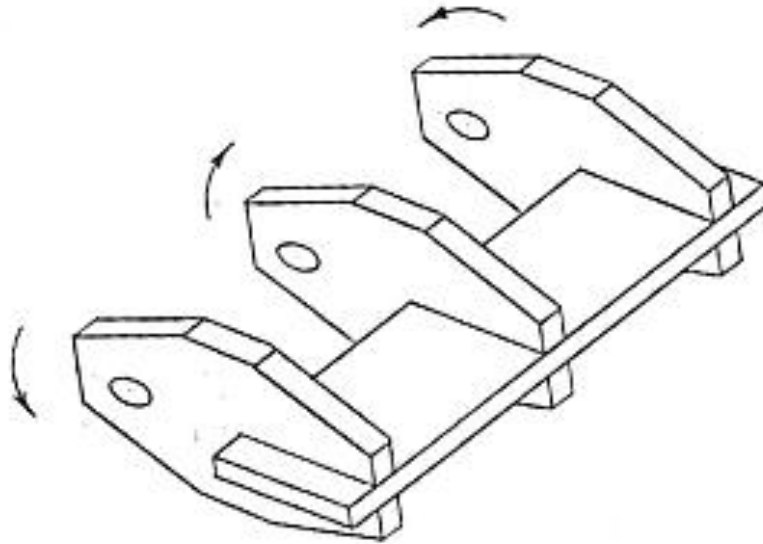
ბლანტი დემპფერის ერთერთი ნაირსახეობა მოცემულია ნახაზზე. იგი შედგება ცილინდრული კორპუსისა და მასში ჩაშვებული დგუშისგან. ცილინდრში ისხმება ორგვარი სითხე: ერთ მათგანს აქვს დიდი სიბლანტე და ნაკლები ხვედრითი წონა, მეორეს პირიქით-ნაკლები სიბლანტე და მეტი ხვედრითი წონა. ენერჯის გაბნევა ხდება დგუშის როგორც ჰორიზონტალური, ისე ვერტიკალური მოძრაობისას. ასეთი დემპფერები საკმაოდ ძვირია მასში გამოყენებული სითხეების დეფიციტურობის გამო. გარდა ამისა, მათ სჭირდებათ პერიოდული შემოწმება ექსპლოატაციის პროცესში. ამის გამო მათ იშვიათად იყენებენ.



ბლანტი დემპფერის სქემა

პლასტიკური დეფორმაციის უნარის მქონე ელემენტთა გამოყენება სეისმოდაცვის საშუალებად ეფუძნება მასალის თვისებას შთანთქმის ენერგია კონსტრუქციაში არადრეკადი დეფორმაციების განვითარების ხარჯზე. ასეთი სისტემები კეთდება კონსტრუქციის იმ ნაწილში, სადაც ყველაზე მეტადაა მოსალოდნელი პლასტიკური დეფორმაციების განვითარება. ნაჩვენები შთანთქმელის ძირითადი ელემენტია ფოლადის კოჭი, რომელსაც შეუძლია პლასტიკური დეფორმაციების განვითარებით შთანთქმოს საგრძნობი ენერგია. ასეთი კონსტრუქციის ღირსებაა მცირე ზომები, სხვადასხვა სქემის შენობებში გამოყენების შესაძლებლობა, აგრეთვე, საჭიროების შემთხვევაში შეცვლის სიადვილე. ვინაიდან მათი ეფექტური მუშაობის ხანგრძლივობა შემოფარგლულია რამდენიმე ათეული ციკლით, ერთი-ორი მიწისძვრის შემდეგ ისინი ფაქტიურად შესაცვლელია.

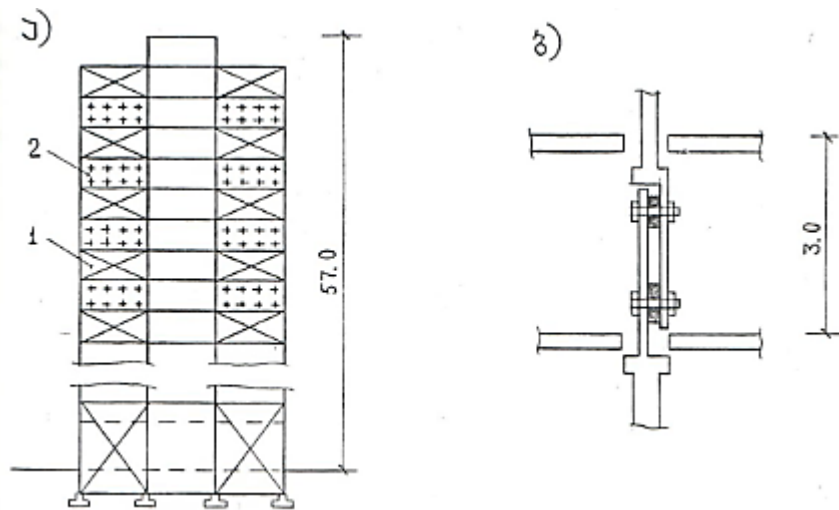
არსებობს სხვა სახის შთანთქმელებიც, რომლებშიც გამოყენებულია ელემენტების არადრეკადი დეფორმაციის უნარი, გაზრდილია მათი ექსპლოატაციის ვადა, თუმცა, ძირითადად, მათ ახასიათებთ ის თვისებები, რაც ზემოთაღწერილ ნიმუშს.



პლასტიკური დეფორმაციის უნარიანი ელემენტის მქონე რხევის ჩამხშობი

მშრალი ხახუნის დემპფერის მქონე სისტემებიდან საინტერესოა ფრიქციული დიაფრაგმები, რომლებიც გამოყენებულია თბილისში 16 სართულიანი კარკასულ-პანელური შენობის პროექტში დიაფრაგმა შედგება ორი პანელისაგან-ერთი დამაგრებულია ზედა სართულის რიგელთან, ხოლო მეორე ქვედა სართულის რიგელთან. პანელებს შორის მოთავსებულია ფრიქციული მასალა. ამგვარად მიღებული სამფენოვანი დიაფრაგმა შეკრულია ჭანჭიკებით, რომელთა რაოდენობაც ანგარიშით მიიღება. დიაფრაგმა მუშაობაში ერთვება მაშინ, როცა დეფორმაციები გარკვეულ სიდიდეს აღწევს. იწყება ფენების ერთმანეთის მიმართ გაცურება, რასაც ეწინააღმდეგება მათ შორის არსებული ხახუნის ძალა. ხდება ენერჯის შთანთქმა-გაბნევა, რაც ამცირებს მზიდ კონსტრუქციაზე მოსულ დატვირთვას.

მშრალი ხახუნის დემპფერების გამოყენების საყურადღებო შემთხვევაა V - სუბური ლითონისა და ქვიშის დემპფერების მოწყობა ბირთვულ-კარკასული შენობის ბირთვისა და სართულშუა გადახურვების შეერთების კვანძებში. ავტორის მტკიცებით ექსპერიმენტმა აჩვენა ასეთი დემპფერების ეფექტურობა-საგრძნობლად გაიზარდა რხევის ლოგარითმული დეკრემენტი და შემცირდა როგორც ბირთვის, ისე კარკასის დეფორმაციები.



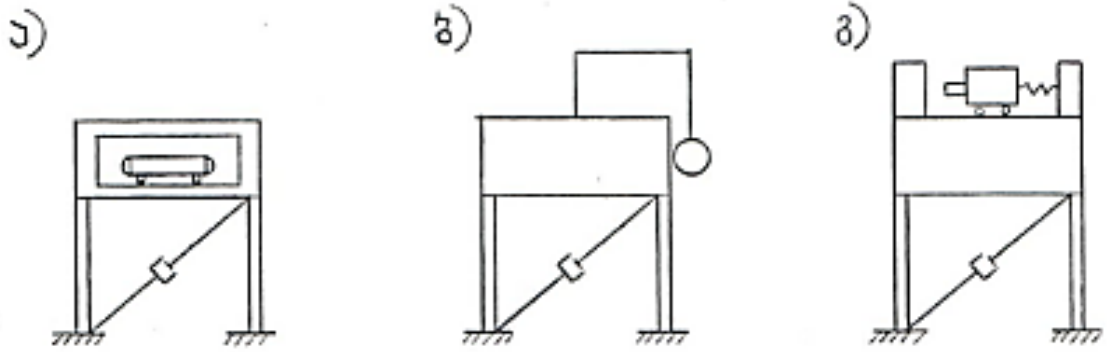
შენობის სეისმოიზოლაცია ფრიქციული დიაფრაგმებით

გარდა ზემოთაღწერილი ვარიანტებისა, როცა დემპფერები მონტაჟდება ნაგებობის მთელ სივრცეში, გავრცელებულია ისეთი გადაწყვეტილებიც, სადაც დემპფერები თავმოყრილია ერთ ადგილას, ძირითადად პირველ სართულზე. ამის გაკეთება ყველაზე მოხერხებულია მოქნილი პირველი სართულის მქონე შენობებში. ეს მოსაზრება გათვალისწინებული იქნა ჩვენს შემთხვევაში სეისმოდაცვის საშუალების შესარჩევად გადაწყვეტილების მიღებისას.

2.4. სისტემები რხევის ჩამხშობთა გამოყენებით

რხევის ჩამხშობი მიეკუთვნება სპეციალურ მოწყობილობას, რომელიც განკუთვნილია კონსტრუქციის შესამცირებლად. განასხვავებენ აქტიური და პასიური ტიპის ჩამხშობებს. აქტიური რხევის ჩამხშობები, ძირითადად, მანქანათმშენებლობაში გამოიყენება. მოწყობილობის სირთულისა და სიძვირის გამო ისინი მშენებლობაში არაა გავრცელებული.

პასიური ჩამხშობები კონსტრუქციასთან ურთიერთქმედების ხასიათის მიხედვით ორგვარია: დარტყმითი და დინამიკური.

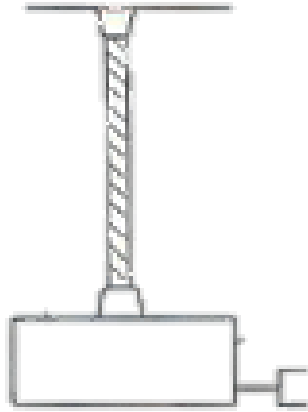


დარტყმითი რხევის ჩამხშობი

დარტყმითი რხევის ჩამხშობების რამდენიმე სახეობა ნაჩვენებია ნახაზზე. მოწყობილობის სიმარტივისა და საიმედოობის გამო მათ კარგა ხანია იყენებენ, ძირითადად, კოშკური ტიპის მაღლივ შენობებში.

დინამიკური რხევის ჩამხშობი ვიბრაციისაგან კონსტრუქციის დაცვის ერთერთ ეფექტურ საშუალებად მიიჩნევა. უფრო ხშირად მას იყენებენ მანქანა-დანადგარების და ქარის შედეგად გამოწვეული რხევების შესამცირებლად. დადგენილია, რომ დინამიკური რხევის ჩამხშობი მნიშვნელოვნად ზრდის შენობის რხევის ლოგარითმულ დეკრემენტს, განსაკუთრებით, მაღალ, მოქნილ შენობებში.

ნაგებობის სეისმური რეაქციის შესამცირებლად განკუთვნილი ჩამხშობი შედგება შენობის კონსტრუქციასთან დრეკადი კავშირით მიერთებული ხისტი ელემენტებისა და დემპფერისგან. მიწისძვრის რხევის პერიოდისა და შენობის რხევის საკუთრი პერიოდის დამთხვევისას დინამიკური რხევის ჩამხშობის ხისტი ელემენტი იწყებს მოძრაობას. მისი ამპლიტუდა ბევრად არემატება შენობის რხევის ამპლიტუდას. ამ დროს რხევის ჩამხშობის ელემენტებში აღძრული დრეკადი და დისიპატიური ძალები, მოქმედებენ რა ნაგებობაზე, ამცირებენ მისი რხევის ამპლიტუდას.



რხევის დინამიკური ჩამხშობები

დინამიკური რხევის ჩამხშობის გამოყენება შეიძლება როგორც ცალკე, ისე აქტიური სეისმოდაცვის სხვა საშუალებებთან ერთად.

მესამე თავში - მოყვანილია მაგალითები თუ რა კონსტრუქციული გადაწყვეტებით ხორციელდება დღესდღეობით ძეგლის სტატუსის მქონე, ავარიული ნაგებობების რეკონსტრუქცია, უფრო კონკრეტულად ყურადღება გამახვილებულია იმ ძირეულ და ყველაზე რთულად გადასაჭრელ პრობლემაზე, რომელიც უკავშირდება ავარიული ნაგებობის შიდა სივრცის დემონტაჟის შემდგომ დარჩენილ, შესანარჩუნებელი ფასადის კედლის და ახალი საპროექტო ნაგებობის ადაპტირებას.

აღნიშნული კონსტრუქციული გადაწყვეტის აქამდე ცნობილი ვარიანტები არ არის სრულყოფილად დახვეწილი, რადგან არსებობს მოსაზრება, რომ ძირითად შენობასთან მაკავშირებელი კვანძი იყოს ხისტად, ან სახსრულად ჩამაგრებული.

ხისტად მიერთების შემთხვევაში, მისი ტექნიკური გადაწყვეტის ერთ-ერთი უარყოფითი მხარე ისაა, რომ ნარჩენი ფასადის კედელი განსხვავებული მასალებით ნაშენებია, ვიდრე დღევანდელი თანამედროვე ნაგებობები, რომელთა საძირკვლები შესაძლებელია რამდენიმე ათეულ მეტრზეც კი იყოს მიწის ზედაპირის ნიშნულიდან ჩასული. შემდეგი უარყოფითი მხარეც სწორედ ესაა, საძირკვლების დონეების სხვაობა და მათი ტიპები. შესაბამისად, სეისმური ძალების

ზემოქმედების შემთხვევაში ნარჩენი კედლის საძირკვლების გაძლიერების უზრუნველყოფითაც კი ადგილი ექნება არათანაბარ გადაადგილებებს, რასაც საბოლოოდ შენობის საყრდენ კვანძებში რღვევამდე მივყავართ, თუმცა ხშირია შემთხვევა როდესაც კონსტრუქციის თავისებურების გამო აუცილებელიც კი ხდება ამ ტიპის გადაწყვეტილების მიღება.

ამის მკაფიო მაგალითია თბილისში, ჯავახიშვილის #60-ში მდებარე „საქართველოს ნოტარიუსთა პალატის“ შენობის სარეკონსტრუქციოდ მიღებული კონსტრუქციული გადაწყვეტები.



თავდაპირველად განხორციელდა ნაგებობის ვიზუალური და დეტალური გამოკვლევა. გამოკვლევის მიზანი იყო შენობის კონსტრუქციული მზიდი ელემენტების შეფასება შემდგომში სარეაბილიტაციო პროექტის დამუშავებისათვის. ჩატარებულმა გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ ძირითადი დაზიანებები აღინიშნებოდა შენობის შიდა ნაწილში, ეს გამოიხატებოდა კედლებზე დახრილ ბზარებსა და სართულშუა გადახურვების დეფორმაციებში. ასევე ადგილ-

ადგილ შესრულებული იყო თვითნებური მიშენება-გაძლიერებები, დროის გარკვეულ ეტაპებზე, რაც კიდევ უფრო ართულებდა ნაგებობის შენარჩუნებას. იქიდან გამომდინარე, რომ ნაგებობა კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლთა სიაში გახლდათ დაუშვებელი იყო მისი იერსახის შეცვლა, ამიტომ შეიქმნა საკმაოდ რთული ვითარება, რადგან ან უნდა მომხდარიყო ძალიან რთული გაძლიერებითი სამუშაოების განხორციელება, ან შენარჩუნებინათ ფასადის კედელი და მოეხდინათ დანარჩენი შიდა სივრცის დემონტაჟი.

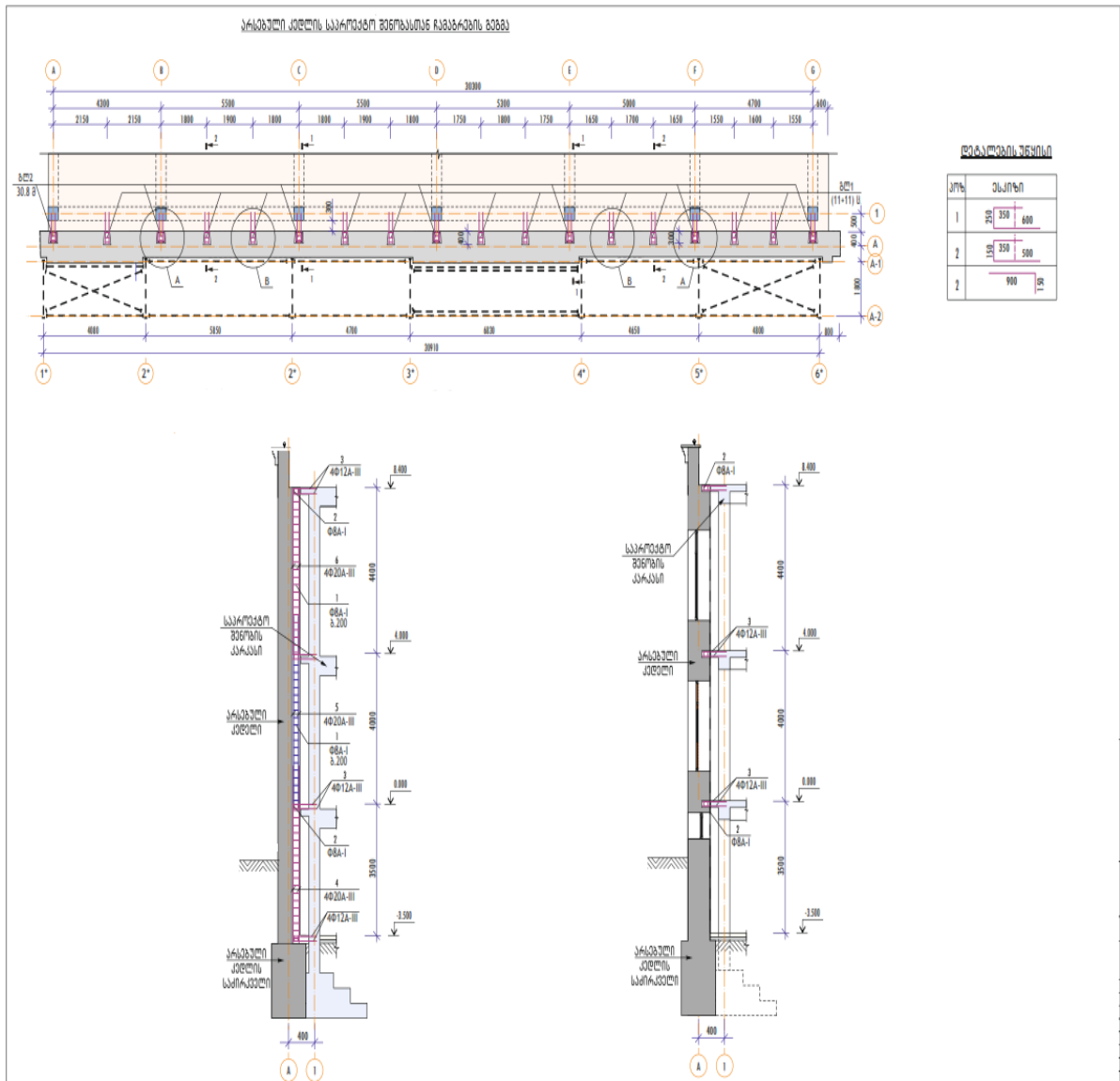
დამუშავებულმა გაძლიერების პროექტის განფასებამ ცხადყო, რომ ჩასატარებელი გასაძლიერებელი სამომავოთა ხარჯები მნიშვნელოვნად აღემატებოდა ახალი ნაგებობის ასაშენებლად საჭირო ხარჯებს, მითუმეტეს რომ ნებისმიერი სახით გაძლიერებული ნაგებობის ხანმედეგობა მაინც ეჭვქვეშ დგება ხანგრძლივი ექსპლოატაციის თვალსაზრისით. ასევე ახალი პროექტის განხორციელებით არქიტექტორს ეძლეოდა ფართო არეალი შიდა სივრცის ალტერნატიულად გამოყენებისათვის.

ყოველივე ამის გათვალისწინებით მიღებული იქნა გადაწყვეტილება მოეხდინათ საფასადე კედლის შენარჩუნება და ამ უკანასკნელზე ახალი საპროექტო ნაგებობის დაკავშირება ხისტად, რადგან კედლის სისქიდან და მისი წყობის თავისებურებიდან გამომდინარე არ იყო საშუალება და არც აუცილებლობა იმის, რომ მიერთების კვანძი ყოფილიყო ან სახსრულად, ან სეისმოდამცავი სისტემებით დაკავშირებული.

საწყის ეტაპზე განხორციელდა ძალოვანი ხარაჩოების მოწყობა ფასადის კედელზე, რომელიც უზრუნველყოფდა დემონტაჟის პროცესში კედლის დაჭერას. კედლის დასაჭერი კონსტრუქცია წარმოდგენილია ლითონის სივრცული კარკასის სახით, რომელიც მოწყობილია რკინაბეტონის საძირკვლებზე, იგი წარმოადგენს დროებით დამჭერ კონსტრუქციას, რომლის დემონტაჟიც განხორციელდება სამუშაოების დასრულების შემდგომ.

არსებული კედლის საპროექტო მზიდ კონსტრუქციებთან ჩამაგრება ხდება საპროექტო გადახურვის ფილების დონეებზე 1550-2150 მმ. ბიჯით. არსებული კედლის ნაწილობრივი დემონტაჟი შიდა მხრიდან ზომებით 200-200 მმ; სიღრმე 300 და 400 მმ. ასევე ყველა საპროექტო ღერძის მიმდებარედ მთელ სიმაღლეზე, სიგანით

300-400 მმ. და სიღრმით 400 მმ. არსებულ კედელში და საპროექტო ფილებში ეწყობა შემაკავშირებელი არმატურის სივრცული კარკასი, ასევე სივრცული კარკასით არმირდება კედელში გამოღებული ვერტიკალური ნაწილიც (რკინაბეტონის გულარები).



შეიძლება ითქვას რომ ასეთი კონსტრუქციული გადაწყვეტით შესრულებული ნაგებობა არის ხისტად მიერთებული არსებულ კედელთან, სეისმური ზემოქმედებების შემთხვევაში კედლის ფუნქცია არ იქნება დამოუკიდებლად მიიღოს გადაადგილების შედეგად გამოწვეული დარტყმები, რადგან აღნიშნული კონსტრუქცია მთლიანად შეკიდული იქნება ძირითად ნაგებობაზე, მათ შორის საძირკვლებითაც. ამიტომ შეიძლება ითქვას რომ აღნიშნული კონსტრუქციული გადაწყვეტა შეიძლება გამოყენებული იქნეს მხოლოდ მცირე ზომის ნაგებობების სარეკონსტრუქციო პროექტებში.

სახსრულად მიერთების შემთხვევაში კიდევ უფრო რთულ კონსტრუქციულ სქემასთან გვაქვს საქმე, რადგან კონსტრუქცია არ მოისაზრება როგორც ერთი მთლიანი ჩარჩო. ორივე მათგანი ცალ-ცალკე იღებს გარე ფაქტორების შედეგად მოსულ ზემოქმედებებს, ამიტომ მიწისძვრის შედეგად გამოწვეულმა ძალებმა შესაძლებელია მათი რხევების პერიოდის დამთხვევისას გამოიწვიოს რეზონანსი, რაც სავალალო შედეგს გამოიწვევს. თუმცა ამ ვარიანტსაც აქვს გარკვეული ლოგიკური გამართლება.

ამის მკაფიო მაგალითია რუსთაველის #30 მდებარე ნაგებობა, რომელიც აშენებულია მე-19 საუკუნის ბოლოს, როგორც ცალ-ცალკე აგებული ორი სამსართულიანი II-ს ფორმის ნაგებობა, რომლებიც ქმნიან სხვადასხვა დონიან საერთო მართკუთხა ეზოს. შენობის ძირითადი ნაწილი გრიბოედოვის მხრიდან სამსართულიანია (გააჩნია ნახევარსარდაფი). ძირითად მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს კერამიკული აგურისაგან აგებული კედლები კირის ხსნარზე, რომელთა სისქე გარე კედლებისთვის 100-160 სანტიმეტრია. სართულშუა გადახურვები ხის კონსტრუქციისაა.



შენობის საბოლოო იერსახე

აღნიშნული ნაგებობაც წარმოადგენს კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლს, რომლის რეკონსტრუქციის პროცესშიც ჩვენი კანონმდებლობით დაუშვებელია ძირითადი იერსახის შეცვლა, ამიტომ ამ შემთხვევაშიც მიიღეს გადაწყვეტილება შეენარჩუნებინათ ფასადის ავთენტურობა, თუმცაღა მოახდინეს სართულიანობის გაზრდა

არქიტექტურული პროექტის მოთხოვნებიდან, ასევე არსებული სიტუაციისა და გეოლოგიური პირობებიდან გამომდინარე „ARTSTUDIO PROJECT“-მა დაამუშავა რეკონსტრუქციის პროექტი, სადაც შენობის ძირითად სქემად მიღებულია რ/ბ მონოლითური კარკასი პერიმეტრის აგურის კედლების შენარჩუნებით.

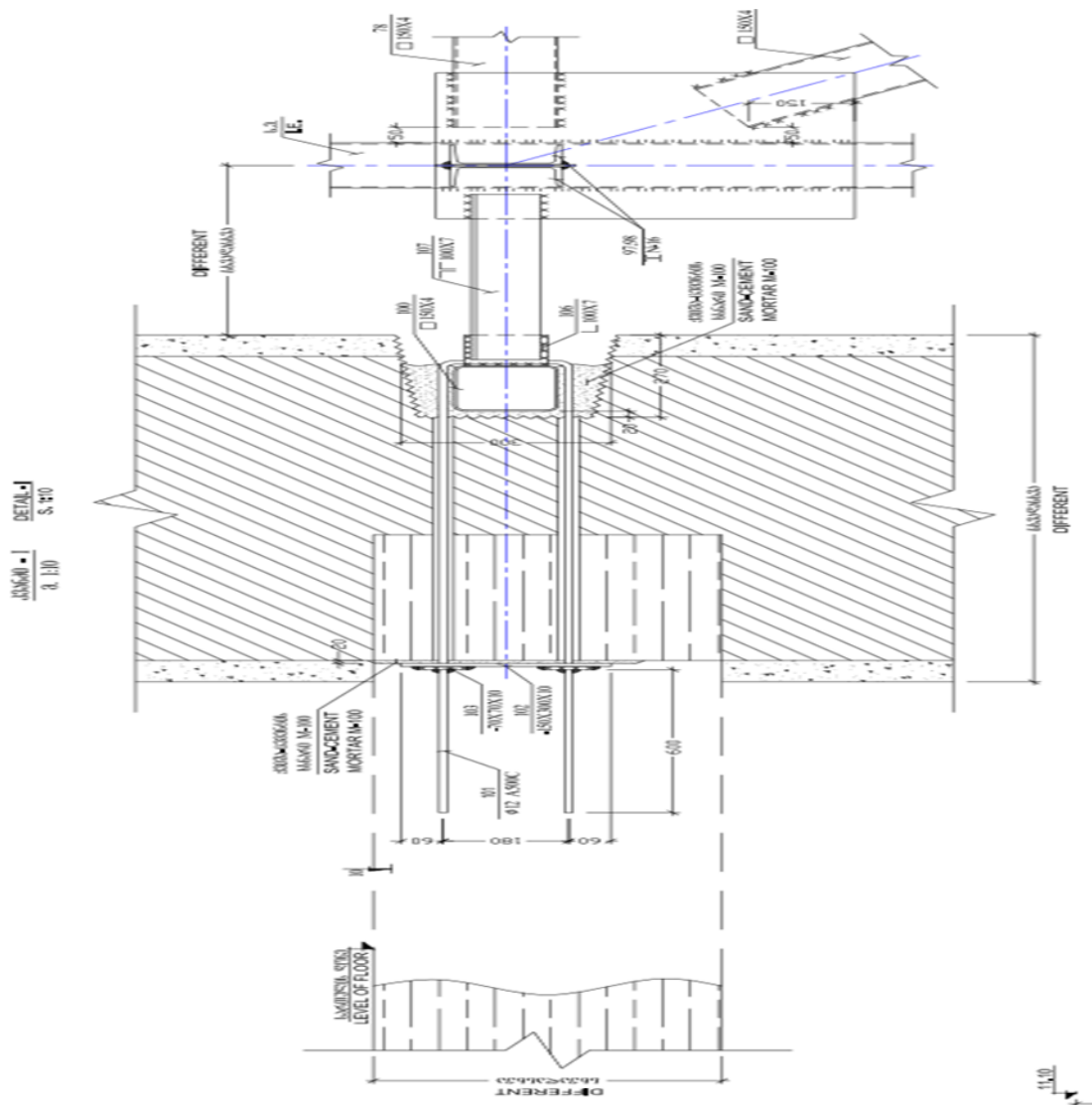
ამ შემთხვევაში პროექტის მიხედვით დამუშავებულია არსებული შესანარჩუნებელი პერიმეტრის კედლების მიერთება საპროექტო ნაგებობასთან სახსრულად რომელსაც ავტორი გვთავაზობს საკმაოდ საინტერესო კონსტრუქციული გადაწყვეტებით.

პრინციპი, შესანარჩუნებელი კედლის დაჭერისას თითქმის იდენტურია ყველა შემთხვევისთვის, ამიტომ ასეთი ტიპის სამუშაოების შესრულებისას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მიწისზედა კონსტრუქციების მიერთების დეტალებს, რადგან სეისმური ზემოქმედებების შემთხვევაში სწორედ ისინი მოდიან დინამიკაში.

იმის გათვალისწინებით, რომ არსებული კედელი შესრულებულია წითელი აგურის და ყორე ქვის წყობის მონაცვლეობით, ასევე მისი ზომებიდან გამომდინარე, კონსტრუქტორებს არ მიეცათ საშუალება ისეთივე გადაწყვეტილებები მიეღოთ როგორც ზემოთ აღნიშნულ ორ შემთხვევაში (ხისტად მიერთების შემთხვევა), ამიტომ აუცილებელი გახდა ერთმანეთთან მაკავშირებელი კვანძი ყოფილიყო სახსრულად. არსებულ (შესანარჩუნებელ) კედელსა და საპროექტო (ახალ) რკინაბეტონის კონსტრუქციებს შორის გათვალისწინებულია სადეფორმაციო ნაკერის მოწყობა, რის გამოც შესანარჩუნებელ კედელს ახალ შენობაზე მოსული სტატიკური დატვირთვები არ გადაეცემა. ასევე გათვალისწინებულია ქვის კედლების სეისმომედეგობის ამაღლება, რისთვისაც სართულშუა გადახურვის

დონეებზე მოეწყობა ანტისეისმური სარტყელები და კედლების ზედაპირზე შიდა მხრიდან გაუკეთდება არმირებული ტორკრეტბეტონის შრე.

სწორედ აღნიშნული კედლის დაჭერის შემოთავაზებული მეთოდია მეტად მნიშვნელოვანი, რადგან განსაკუთრებულ სირთულეს ასეთი ტიპის კონსტრუქციული გადაწყვეტებისას სწორედ მათი ერთმანეთთან დაკავშირება წარმოადგენს. კონსტრუქტორის მოსაზრებით, აღნიშნულის მიზნის მისაღწევად აუცილებელია საპროექტო შენობის სართულშუა ფილები არსებულ კედლებს დაუკავშირდეს Ø12 არმატურების მეშვეობით, რომლის ერთი ბოლო ჩაბეტონებული იქნება საპროექტი ნაგებობის გადახურვის ფილაში, ხოლო მეორე ბოლო მისვარკებული იქნება შესანარჩუნებელ კედელში მოწყობილ ლითონის ელემენტებთან.



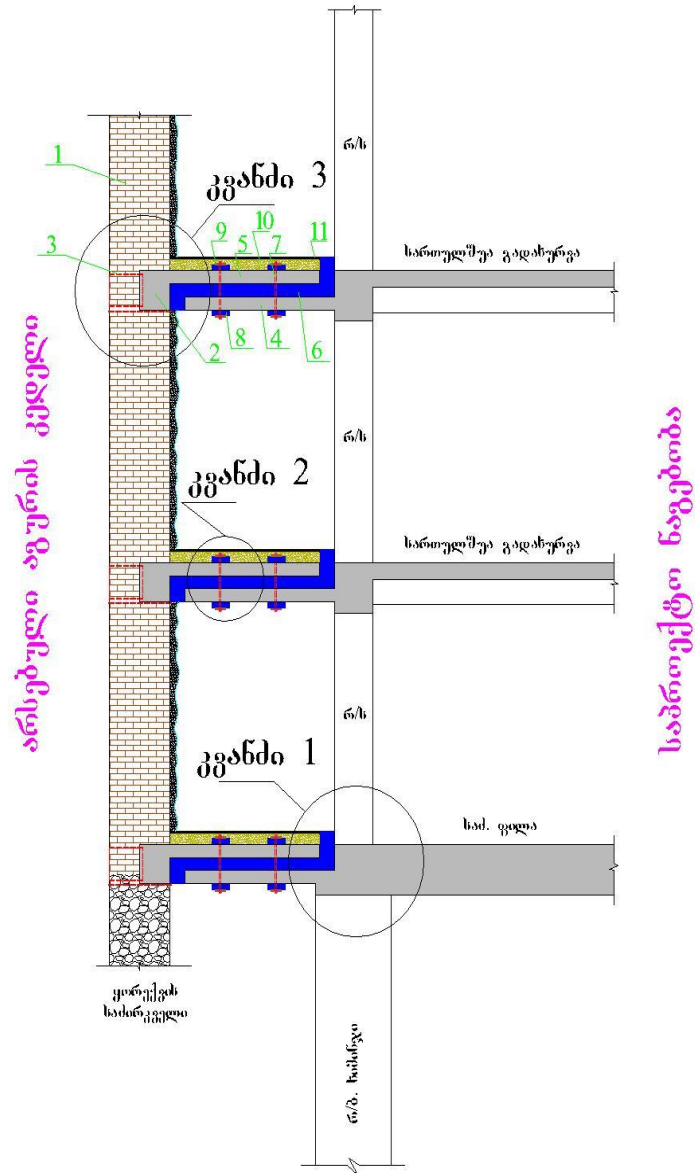
ავტორის მოსაზრებით, მაკავშირებელი კვანძის მოქნილობას სწორედ აღნიშნული კონსტრუქციული გადაწყვეტა უზრუნველყოფს, არმატურის დენადობის და მისი ფარდობითი წაგრძელების ხარჯზე.

მეოთხე თავში მოცემულია ახალი ალტერნატიული კონსტრუქციული სქემა შესანარჩუნებელი ფასადის კედლის და კარკასული შენობის მიერთება ჰორიზონტალური ფრიქციული კავშირების საშუალებით. კომპიუტერული ექსპერიმენტის გაანგარიშების საფუძველზე შედარებულია შედეგები ხისტად დაკავშირებულის და აღნიშნული ახალი ტიპის სეისმოდამცავი ელემენტების.

კვლევის სიახლე განეკუთვნება მიწისზედა ნაგებობების მშენებლობას, კერძოდ, კულტურული მემკვიდრეობის ძეგლის სტატუსის ან და განსაკუთრებული ფასეულობების მქონე ავარიული ნაგებობების ჩანაცვლებას ახალი, თანამედროვე სტანდარტებით დაპროექტებული შენობებით, ისე, რომ ავარიული ნაგებობის დემონტაჟი ხდებოდეს ნაწილობრივ, მხოლოდ შიდა სივრცის, ხოლო დარჩენილი პერიმეტრის ფასადის კედელი შენარჩუნებული იქნას მისი ხანგრძლივი ექსპლოატაციის უზრუნველყოფით, სეისმოდამცავი სისტემების გათვალისწინებით..

დემონტაჟის შედაგად დარჩენილ, შესანარჩუნებელი პერიმეტრის კედელში 1 მოწყობილია რ/ზ. სარტყელი 2, რომელიც თავის მხრივ ლითონის საკოჭებით 3 მიმაგრებულია არსებულ კედელთან დამატებითი სიხისტის უზრუნველსაყოფად. საპროექტო მონოლითური შენობის სართულშუა გადახურვების დონეზე არსებული კედლის მიმართულებით გადმოდის კონსოლური ფილა 4, ასევე კონსოლურად გადმოდის ფილა რ/ზ სარტყელიდან 5, რომლებიც ქმნიან ერთიან ფრიქციულ კონსტრუქციას. კონსოლებს შორის არსებულ სიცარიელეში თავსდება პოლიურეთანის ფენა 6, ზედა და ქვედა ფილები მოჭიმულია წრიული განივკვეთის მქონე ლითონის ღეროებით 7, რომელთაც საყრდენ ზონებში აქვთ შედარებით მკვრივი პოლიურეთანის სადები 8, ხოლო სადების თავზე მოწყობილია ლითონის ფირფიტა 9. გადახურვის დონეზე მოფენილია თბოსაიზოლაციო პემზა 10, შესრულებულია მოჭიმვა 11. ასევე კედლის ცალ მხარეს (შიგნიდან) აუცილებელია გაუკეთდეს არმირებული ტორკრეტბეტონის შრე 4-5 სმ.

სქემატური ნახაზი



არსებული კედლისა და საპროექტო ნაგებობის დაკავშირება ჰორიზონტალური ფრიქციული კავშირების საშუალებით

შემოთავაზებული, ახალი ტიპის ფრიქციული კონსტრუქციის გამართული ექსპლოატაციის პრობები მიიღწევა სწორად დაგეგმილი ტექნოლოგიური პროცესების თანმიმდევრობით.

თავდაპირველად დემონტაჟის პროცესში აუცილებელია შესანარჩუნებელ ნაწილში ძალოვანი ხარაჩოების მოწყობა, რათა მექანიკური ზემოქმედებებით და შემდგომი გაძლიერების პროცესში განვითარებული ტექნიკური სამუშაოების ჩატარებისას არ მიადგეს კონსტრუქციას დამატებითი დაზიანებები. ამის შემდგომ სპეციალური კონსტრუქციული პროექტის მიხედვით ეწყობა მონოლითური სარტყელი 2, თავისივე კონსოლური ფილით 5. გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება სამუშაოთა წარმოების თანმიმდევრობას, რადგან დაუშვებელია ერთდროულად აღნიშნული სამუშაოს განხორციელება ყველა სართულის დონეზე. სამუშაოების მიმდინარეობა ხდება ქვედა სართულიდან ეტაპობრივად რადგან არ მოხდეს კონსტრუქციის გადატვირთვა. პარალელურად მიმდინარეობს საპროექტო ნაგებობის სამშენებლო სამუშაოებიც, როგორც აღვნიშნეთ ზედა სართულების დაკავშირება შესანარჩუნებელ ფასადის კედელთან ხდება მხოლოდ ქვედა სართულების სრულყოფილად მიერთების შემდეგ, როდესაც მოხდება კონსოლებს შორის პოლიურეთანის მასის მოთავსება და მათი ერთმანეთთან მოჭიმვა ლითონის ღეროს მეშვეობით, მათზე ჭანჭიკების დაქაჩვით. ასე გრძელდება სახურავის დონემდე, ხოლო რაც შეეხება სახურავის კონსტრუქციებს, აუცილებელია უზრონველვეყოთ ძველი და ახალი ნაწილის შეერთების კვანძთან ნაკერით გამოყოფა, ან კონსტრუქციები ერთმანეთთან დავაკავშიროთ სახსრულად. დაუშვებელია მათი გახისტება.

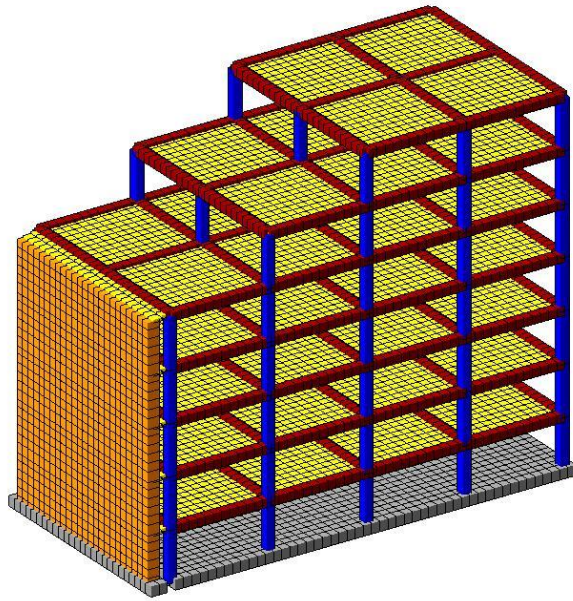
არსებული ფასადის კედლის და ახალი ნაგებობის შეერთების (დაკავშირების) სამი თეორიულად შესაძლო ვარიანტი არსებობს: 1. კავშირის გარეშე; 2. ხისტი კავშირით; 3. არახისტი (მოქნილი) კავშირით.

პირველი ვარიანტი (კავშირის გარეშე) პრაქტიკულად მიუღებელია, ვინაიდან ცალკემდგომ აგურის კედელში ზენორმატიული გადახრის გამო

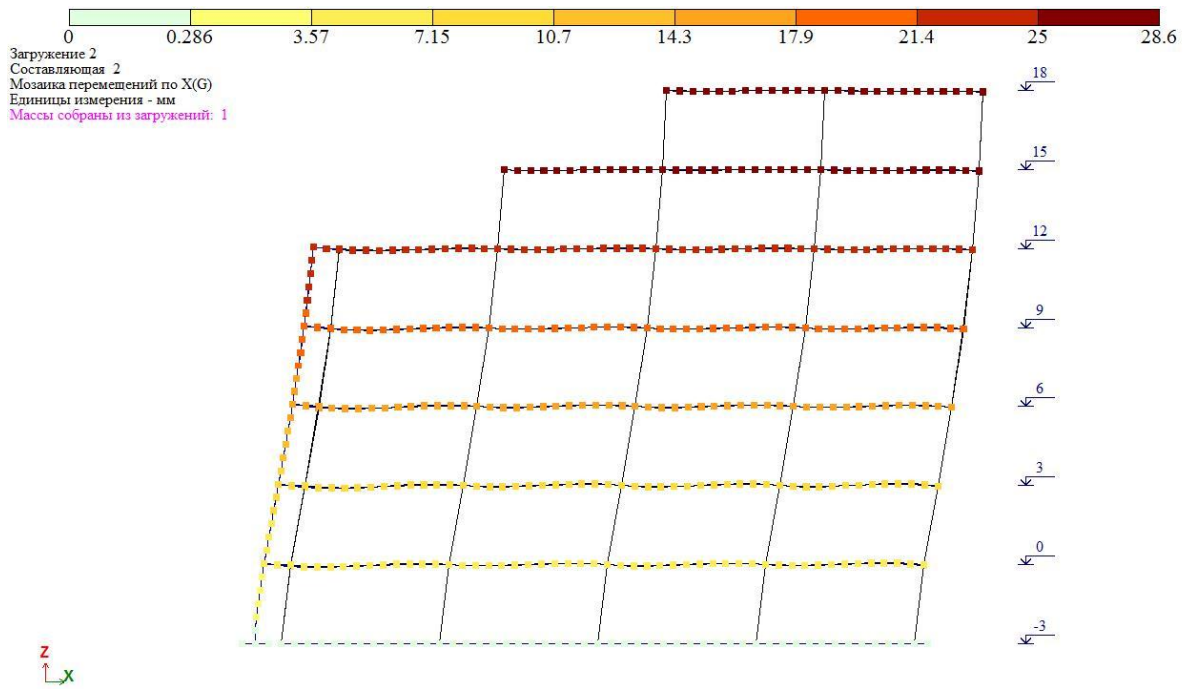
სეისმური ზემოქმედებისას აღიძვრება დიდი გამჭიმავი ძაბვები, რაც კედლის დაზიანებას და შესაძლოა, ნგრევასაც გამოიწვევს.

იმ მიზნით, რომ დაგვედგინა, დანარჩენი ორი ვარიანტიდან რომელს შეიძლება მიენიჭოს უპირატესობა, ჩვენს მიერ ჩატარდა გაანგარიშება 8 ბალზე, გამოთვლითი კომპლექსის „LIRA SAPR-2016“-ის საშუალებით. საანგარიშო მოდელი სივრცითია.

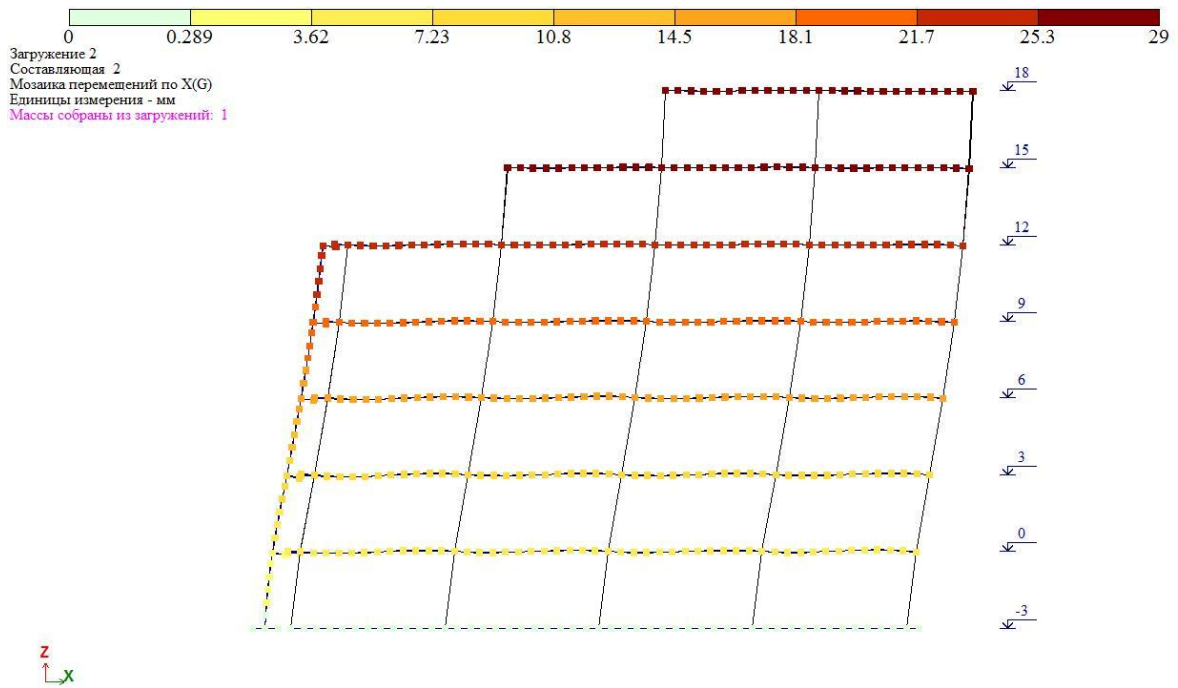
1-13d



მზიდი კონსტრუქციების სიხისტეები, დატვირთვები და სასაზღვრო პირობები ორივე ვარიანტში იდენტურია. განსხვავებულია მხოლოდ შეერთების კვანძის მოდელი - პირველ შემთხვევაში იგი ხისტია, ხოლო მეორე შემთხვევაში - არახისტი (ფრიქციული კავშირის ანალოგი).



გადაადგილება ხისტი მიერთების შემთხვევაში



გადაადგილება ფრიქციული კავშირებით მიერთების შემთხვევაში

ამ ორი ვარიანტის გაანგარიშების შედეგების ანალიზისას შეფასების კრიტერიუმებად მივიღეთ: 1. აგურის კედლის მაქსიმალური ჰორიზონტალური გადაადგილება სეისმური ზემოქმედებისას; 2. მაქსიმალური გამჭიმავი ძაბვა აგურის კედელში სეისმური ზემოქმედებისას; 3. მაქსიმალური გადამჭრელი ძალა აგურის კედელში სეისმური ზემოქმედებისას; 4. მაქსიმალური მღუნავი მომენტი აგურის კედელში სეისმური ზემოქმედებისას.

მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში #1.

ცხრილი 1

№	მახასიათებელი პარამეტრები	ხისტი შეერთება	ფრიქციული შეერთება	განსხვავება, %
1	აგურის კედლის მაქსიმალური გადაადგილება, მმ	24,2	25,2	3,97
2	მაქსიმალური გამჭიმავი ძაბვა აგურის კედლებში, კგ/სმ ²	2,94	2,63	10,54
3	მაქსიმალური გადამჭრელი ძალა აგურის კედელში, ტ	4,53	4,06	10,37
4	მაქსიმალური მღუნავი მომენტი აგურის კედელში, ტ.მ.	7,22	5,7	21,05

ძირითადი დასკვნები

სადისერტაციო ნაშრომში შემოთავაზებულია კულტურული ძეგლის სტატუსის მქონე შენობების, სარეკონსტრუქციო სამუშაოთა პრობლემური საკითხების აღმოფხვრა სეისმოდამცავი სისტემების საშუალებით, კერძოდ, ფრიქციული კავშირების გამოყენებით, რომლის მეშვეობითაც ხდება შესანარჩუნებელი ფასადის კედლის და საპროექტო ნაგებობის დაკავშირება. კვლევების შედეგად დადგინდა:

1. სეისმოდამცავი სისტემის გამოყენებისას ნაგებობაზე მოქმედი სეისმური დატვირთვა საგრძნობლად მცირდება;
2. სეისმური ძალის ზემოქმედების შემცირება კონსტრუქციის საყრდენ კვანძებში იწვევს ინერციული ძალების შემცირებას, რის შედეგადაც მცირდება მიწისძვრის დროს კონსტრუქციული ელემენტების რღვევის ალბათობა;
3. ინერციული ძალების შემცირება იწვევს საყრდენ კვანძებში გადაადგილების შემცირებას, რაც ძალზე მნიშვნელოვანია ნაგებობის სეისმომდეგობაზე გაანგარიშებისას;
4. შესანარჩუნებელი ფასადის აღნიშნული სქემით დაკავშირებისას არსებულ კედელს არ გადაეცემა სტატიკური დატვირთვები;
5. სეისმური ზემოქმედებების შემთხვევაში ფრიქციული კონსტრუქცია ხახუნის ძალის უზრუნველყოფით ახშობს არსებულ კედელში აღძრულ რხევებს, რაც უზულებელყოფს რეზონანსის წარმოქმნას;
6. ასეთი კონსტრუქციული გადაწყვეტილება იძლევა საშუალებას, ავარიული ნაგებობების ალტერნატიული გზით ჩანაცვლებაში, ისე რომ არ დაირღვეს მისი ავთენტურობა;
7. ნაგებობების ამ ტიპის აღდგენისას არქიტექტორს ეძლევა საშუალება შიდა სივრცის დაგეგმარების თავისუფლებაში;
8. ზემოთ მოყვანილი კონსტრუქციული გადაწყვეტების მრავალფეროვნება საგრძნობლად გაამარტივებს ავარიული შენობების სარეკონსტრუქციოდ წარმოშობილ პრობლემურ საკითხებს;

9. ჰორიზონტალური ფრიქციული კავშირები და მათ შორის მოთავსებული პოლიურეთანის მასა ხანმედგეგია საუკუნეების მანძილზე.

დისერტაციის ძირითდი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ ნაშრომებში

1. ა. თათანაშვილი ნ. ბახტაძე, ო. გიორგიშვილი, ი.სალუქვაძე - ადგილობრივ საშენ მასალებზე დამზადებული დანამატიანი დატკეპნილი ბეტონების თვისებების კვლევა და დანერგვა სამშენლო წარმოებასა და საავტომობილო გზების ინფრასტრუქტურაში; №3(75), გვ. 72-75 ჟურნალი „ენერჯია“ 2015 წ.
2. ა. თათანაშვილი ნ. ბახტაძე, ო. გიორგიშვილი, ი.სალუქვაძე - შენობა-ნაგებობათა, თიხოვანი გრუნტებისგან წარმოდგენილი ფუძეების გაძლიერების თანამედროვე მეთოდები; №4(76), გვ. 84-87. ჟურნალი „ენერჯია“ 2014 წ.
3. Aleksandre Tatanashvili. „Improvement of Seismic Stability of Cultural Monuments through Installation of Active Seismic Protective Systems“- International scholarly and scientific research and innovation; Eissn-1307-6892 may 10-11, 2018 amsterdam the Netherlands; (გვ. 602-603).
4. ა. თათანაშვილი ნ. ბახტაძე, ო. გიორგიშვილი, ი.სალუქვაძე - „კატალიზატორის ტექნოლოგიის გამოყენებით პოლიმერ ელვალლით მოდიფიცირებული ბიტუმის წარმოების სამუშაო ინსტრუქციები“
5. Merab Lordkipanidze; Olgha Giorgishvili; Iuri Salukvadze; Nika Botchorishvili; Aleksandre Tatanashvili – „Early Age Cracking and Serviceability in Cement-based Materials and Structures“. 2nd International RILEM/COST EAC 02 ISBN Vol. 2 978-2-35158-200-B 2017 year; (გვ. 471-474).

Abstract

Protection of the cultural heritage is one of the most important problems for the modern society. Today, there are a great many invaluable structures in Georgia having a status of a monument in Georgia and being under the threat of collapse. An immediate question arising under such circumstances is whether the damage has or has not gone too far to be repaired; whether the fact of total destruction of a monument should or should not be acknowledged; or whether fundamental renovation and rehabilitation is the sole option to rescue the monument.

Unlike ordinary buildings, when rehabilitating or strengthening historical buildings, we must always bear in mind both, the homogeneity of their material embodiment and unique nature of their structure.

The analysis of the structures with the status of cultural heritage found in Tbilisi evidences that the damage of structural elements is mostly caused by a long-term influence of atmospheric precipitations on them and first of all, by the factors caused by frequent earthquakes. The structures of cultural monuments are generally constructed with local building materials. The construction techniques of the times the monuments are dated by were not sufficient to provide the structures with anti-seismic elements, which are well known today.

The dissertation work gives the data about the passive and active seismic protection used by our ancestors, considers relatively modern anti-seismic systems and evaluates their advantages and disadvantages.

Following the state of the structures with the status of a monument of cultural heritage in our country, it is very difficult and dangerous to rehabilitate or reinforce all hazardous buildings by using a single method. This is why the views in this respect differ. However, the legislation disclaims a great many ideas, as in any case, it is inadmissible to disturb the authenticity of the building façade. Virtually, this is the most problematic issue.

Any developed country paying due attention to the heritage of the past, quite often applies the method of demolishing an interior of a hazardous structure and adapting the survived façade to the new project structure. The latter must be designed in the way as not only to guarantee the bearing capacity of the walls along the former perimeter, but also to

improve the seismic resistance of the walls. The options of the said structural solution are not ultimately perfect, because there is an opinion suggesting that a connecting unit of the main structure must be either rigid, or with an articulated joint.

The work gives examples when the above-said structural solutions are justified. In order to ensure long-term exploitation of such large structures, innovative technologies and active seismic protection systems are to be employed more intensely.

The connecting scheme, which prevents the transfer of static loads to the existing wall and ensures the suppression of undesirable oscillations to prevent their impact on the wall, is a scientific novelty. A new alternative structural plan of retaining the façade wall to be maintained and frame building with friction links, with polyurethane mass placed between them to ensure the force of friction is proposed.

Theoretically, there are three options to connect the existing façade wall and the new building: (1) no connection, (2) rigid connection, and (3) non-rigid (elastic) connection.

The first option (no connection) is in fact unacceptable, as due to the above-standard deviation in the isolated brick wall under the seismic impact, intense stretching forces arise what may lead to the damage or even destruction of the wall.

In order to identify the better option of the other two options, we made calculations by means of computing complex „LIRA SAPR-2016”.

Rigidity, loads and boundary conditions of the bearing structures are identical with both options. Only the model of the connection nodule differs: it is rigid in the first instance and it is non-rigid in the second case (an analog to the frictional connection).

When evaluating the analysis of the results of the calculation of the two options, we considered the following as the criteria: (1) maximum horizontal displacement of the brick wall under the seismic impact, (2) maximum tension force in the brick wall under the seismic impact, (3) maximum intersecting force in the brick wall under the seismic impact, and (4) maximum bending moment in the brick wall under the seismic impact.

Based on the analysis of the mentioned calculations, we can baldly state that the frictional connections of a new type will much simplify the modern problematic issues associated with the reconstruction of the structures with the status of a monument of cultural heritage.