სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა”
SCIENTIFIC-TECHNICAL JOURNAL “BUILDING” №4(43), 2016
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

ISSN 1512-3936

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
სამშენებლო ფაკულტეტი

ავტორები

№4(43) 2016

საერთაშორისო

თბილისი 2016

მ შ ე ნ ე ბ ლ ო ბ ა

მთავარი რედაქტორი – მალხაზ წიქარიშვილი
მთავარი რედაქტორის
მოადგილეები – გელა ყიფიანი *დამფუძნებელი*
როინ იმედაძე *გიორგი ლაღუნდარიძე*

სამეცნიერო-სარედაქციო კოლეგიის წევრები:

ბაციკაძე თამაზი, გურგენიძე დავითი, დანელია დემური, დრაშკოვიჩი ფერდინანდი (სლოვაკეთი), კვიციანი ტარიელი, კოდუა ნოდარი, კლიმიაშვილი ლევანი, კუბლაშვილი მურმანი, კუბესკოვა დარია (ჩეხეთი), მახვილაძე რევაზი, მეძმარიაშვილი ელგუჯა, მიაჩენკოვი ვლადიმერი (რუსეთი), მშვენიერაძე ინგუშა, ნადირაძე ანზორი, რაიჩიკი იაროსლავი (პოლონეთი), რეკვავა პაატა, რიპი იანი (ჰოლანდია), ფრანგიშვილი არჩილი, ჩერნოგოლოვი იგორი (რუსეთი), ჩიხლაძე ვლადიმერი, ჩიქოვანი არჩილი, ციხელაშვილი ზაური, ცხვედაძე რევაზი, ჭოხონელიძე გუგა, ხაზარაძე ომარი, ხმელიძე თამაზი, ჯავახიშვილი მარინა.

პასუხისმგებელი მდივანი: თინათინ მაღრაძე
საკონტაქტო ტელ. 65-93; 599-478422
E-mail: tinmag@mail ru
ვებ-გვერდი: ***www.sheneba.ge***
კომპიუტერული და გრაფიკული უზრუნველყოფა
ლიკა ლაღუნდარიძე

С Т Р О И Т Е Л Ь С Т В О

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР: М.А. Цикаришвили
ЗАМ. ГЛАВНОГО
РЕДАКТОРА: Г.О. Кипиани; Р.И. Имедадзе
ОСНОВАТЕЛЬ: Г.О. Лагундаридзе
ЧЛЕНЫ НАУЧНО-РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:
Т.В. Бацикадзе, Д. Гургенидзе; Д.К. Данелия; Ф. Драшкович (Словакия;); М.В. Джавахишвили; Т.О. Квициани; Н.Д. Кодуа; Л.Д. Климиашвили; М. Кублашвили; Р.Л. Кубескова Д. (Чешская республика); Махвиладзе; Э.В. Медзмариашвили; И.Д. Мшвениерадзе; В.В. Мяченков (Россия); А.Д. Надирадзе; А.И. Прангишвили; Я. Райчик (Польша); Ян Рип (Голландия); П.А. Реквава; И.А. Черноголов (Россия); В.Ш. Чихладзе; А. Б. Чиковани; З.И. Цихелашвили; Р.М. Цхведадзе; Г.И. Чохонелидзе; О. Г. Хазарадзе, Т.П. Хмелидзе.

Ответственный секретарь: Т.Б. Маградзе
Контактные телефоны: 65-93; 599 478422
E-mail:tinmag@mail ru
Веб-страница: www.sheneba.ge
Компьютерное и графическое обеспечение:
Л.Г. Лагундаридзе

B U I L D I N G

EDITOR-IN-CHIEF: M. Tsikarishvili
DEPUTY EDITORS
IN-CHIEF: G. Kipiani; R. Imedadze
CONSTITUTIVE: G. Lagundaridze
MEMBERS OF SCIENTIFIC-EDITORIAL BOARD:
T. Batsikadze; Chernogolov (Russia); V. Chikladze; A. Chikovani; G. Chokhonelidze; D. Gurgenidze; D. Danelia; F. Drashkovich; M. Javakhishvili; T. Kvitsiani; O. Khazaradze, T. Khmelidze; N. Kodua; L. Klimiashvili; M. Kublashvili; D. Kubeskova (Czech Republic); R. Makhviladze; E. Medzmariashvili; V. Miachenkov (Russia); I. Mshvenieradze; A. Nadiradze; A. Prangishvili; Y. Raichik (Poland); J. Rip (Nederland); P. Rekvava; Z. Tsikhelashvili; R. Tskhvedadze.

Responsible secretary T. Magradze
Tel: 65-93; 599 478422
E-mail:tinmag@mai.l ru
Web-site:www.sheneba.ge
Computer and Program providing:
L. Lagundaridze

შინაარსი

Джони Гигинейшвили, Игорь Тимченко, Нана Инцкирвели. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОЙ И, В ТОМ ЧИСЛЕ, БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ БЕТОНОВ И УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ 6

ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე. ა. ჩიქოვანი. თვითშემკვრივებადი ბეტონი 14

D. Khokhlin STRUCTURAL SYSTEMS BEHAVIO `UR UNDER SIMULTANEOUS VERTICAL AND HORIZONTAL SHEAR FORCES ACTION 19

ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე, ნ. ნებიერიძე ჩამდინარე წყლის სრული ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლებლობა “საუკეთესო ხელსაწრელი ტექნოლოგიების“ ბაზაზე 26

თ. მახარაშვილი, გ. მახარაშვილი. პრესტიჟულობიდან, შრბანულ დებრადაციამდე ქ. თბილისის ვაკისა და ვერის რაიონების განაშენიანების განვითარების პრობლემები 31

Цицкишвили З.А. ЧИСЛЕННЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ЗЕМЛЯННУЮ ПЛОТИНУ С КРИВОЛИНЕЙНЫМ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫМ ОСНОВАНИЕМ 35

ი.ჟვარაია, ა.ფიროსმანიშვილი. ტაძრის ცოკოლის მოწყობა ქაზბების დიაბაზის გამოქენებით 38

დ. გურგენიძე, ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, მ. სულაძე. სხვადასხვა ძვეძნის სეისმომედები მშენებლობის ნორმები და მათი კრიტიკული შეფასება 40

ლ. ბალანჩივაძე, ნ. ნაკვეთაური. დიაშრაბმის გავლენა არმატურაში წინასწარდაძაბული ძალის ცვალებადობაზე 44

რ. იმედაძე, ლ. ბერიძე, თ. მაღრაძე. სამოქალაქო ინჟინრების მონაწილეობა კოსმოსური კვლევის საქმეში 47

ზ. ციხელაშვილი. ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ნაგებობის კონსტრუქციის ბმული მოდელის ლაბორატორიულ-ექსპერიმენტული გამოცდა, ინოვაციური პროექტის შემუშავება და მისი რეალიზაციის შესაძლებლობა 50

თ. კუპატაძე, გ. კვანტალიანი, ზ. კუპატაძე, ნ. კუპატაძე. მეტროპოლიტენი როგორც რკინიგზის ტრანსპორტის სახეობა 58

ლ. კახიანი, ლ. ვერულაშვილი, გ. ფუტკარაძე. მაღლივ კარკასულ შენობებში გამოქენებული სეისმოდამცავი სისტემები 61

გ. როყვა. პიძტობრამა–უძველესი ისტორია და თანამედროვე ვითარება 64

ზ. ბურჭულაძე ანთროპოგენური დატვირთვისას ტერიტორიის ეკოსისტემის მდგრადობის შენარჩუნების საკითხები 68

ლ. ბალანჩივაძე, ი.ჭანტურია. ნაგებობის რეკონსტრუქციის ზოგიერთი თავისებურებები 72

მ. მენაბდე. რატომ არ აშენებენ ამერიკაში ტიპიურ საცხოვრებელ სახლებს 74

თ. ბეჭვაია. საინოვაციო პოლიტიკა საქართველოში 78

ნ. ტაბატაძე. ისტორიულ-კულტურული ძეგლების კონსტრუქციების დეფორმაციულობის მიზეზების კვლევა 81

ა. ბურდულაძე. ო. ხატიაშვილი. ასფალტბეტონის ორმოული შეკეთება 85

რ. გიორგობიანი, ვ. სოხაძე. შედგენილი ცილინდრების გაანგარიშება ზღვრულ მდგომარეობაზე გარეგანი წნევის პირობებში 90

ი. შონია. ქართული სამშენებლო ბაზრის თანამედროვე ასპექტები და განვითარების პერსპექტივები 93
ნ. არეშიძე, გ. ლუტიძე, გ. არეშიძე. ფერდოების მდგრადობაზე გაანგარიშება გამოფიტული ზედაპირების არსებობისას 97
ო. ხატიაშვილი. ასფალტბეტონის ორმოული შეკეთება ინფრაწითელი გამოსხივებით 100
მ. გრძელიშვილი, ი. არჯევანიძე. ნაშხეფბეტონის გამოყენება თანამედროვე გვირაბმშენებლობაში 104
ი. ძვარაია. რკინაბეტონის რთული კვანძის მოწყობა 106
მირიან კუბლაშვილი. სინგულარული ინტეგრალური განტოლების რიცხვითი ამონახსნები გამარტივებული სქემების გამოყენებით 109
მ. ავალიანი. ბიტუმების მოდიფიცირება რეზინის ნარჩენებით 113
კ. მჭედლიშვილი, ნ. რურუა, ზ. გაბედავა. სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარების პერსპექტივები..... **116**
ნ. ნებიერიძე. ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი გამწმენდი ეკოსისტემების შესახებ **119**
მ. ჯავახიშვილი, ჯ. სამხარაძე. აკუსტიკურ–დეკორატიული მასალების წარმოება და გამოყენება საქართველოს სამშენებლო ინდუსტრიაში 125
თ. კუპატაძე, გ. კვანტალიანი, ზ. კუპატაძე, ნ. კუპატაძე. გვირაბები სატრანსპორტო მშენებლობაში 129
კ. მჭედლიშვილი, ნ. რურუა, ზ. გაბედავა. საქართველოს ავტოსაგზაო ინფრასტრუქტურის განვითარების ამოცანები 133
ა. ლებანიძე, მ. მუხიგულიშვილი, შ. დემეტრაშვილი. სართულშორისი მონოლითური ურიგელო გადახურვის გაანგარიშება სასრულ ელემენტთა მეთოდის გამოყენებით 140
ლ. კახიანი, ა. ცაკიაშვილი, გ. დემეტრაშვილი. მონოლითური კარკასული შენობის ურიგელო გადახურვის ფილის კონსტრუირება ფარული „რიგელის“ სქემით 143
ლ. ჩადუნელი. ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარები 147
ა. ბურდულაძე. ლ. ჩადუნელი. ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარების მოწყობის ტექნოლოგია 150
მ. მენაბდე. კედლების ახალი სიცოცხლე 153
ახალი ტექნოლოგიები 157
მილოცვა 159
SUMMARIES.....161

Эксперимент – как откровенье:
Пусть в нем теорий ни крупицы,
Зовет нас к новым размышленьям
Природы новая страница.”
Мефистофель. «Фауст». Гёте
1932г. Ученики Н. Бора. Копенгаген.
“В осажденных Сиракузах Архимед решал математические задачи, а в голодном и блокадном Ленинграде продолжала жить настойчивая, неугасаемая мысль исследователей, также как и в Тбилиси после распада СССР.” Джони Гигинейшвили

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОЙ И, В ТОМ ЧИСЛЕ, БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ БЕТОНОВ И УСИЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ

Джони Гигинейшвили, Игорь Тимченко, Нана Инцкирвели
ООО «ПРОГРЕСИ» Инженерный центр по компьютерному моделированию и проектированию зданий и сооружений

Резюме: *Прогресс науки и техники во многом зависит от успехов в области создания новых материалов. Композиционные материалы, представляющие собой гетерогенные структуры, образованные сочетанием армирующих элементов и изотропного связующего, находят в настоящее время широкое применение в различных областях техники. В связи с этим, данная статья посвящена проблемам массового внедрения разных видов композиционной и, в том числе, базальтопластиковой арматуры в практику строительства. Рассмотрены недостатки и преимущества композитной арматуры (fibre-reinforced plastic rebar, FRP rebar) по сравнению со стальной. Даны предложения по необходимым мероприятиям для улучшения и успешного массового внедрения композитной арматуры для армирования бетонных элементов конструкций.*

Ключевые слова: *композитные материалы, композитная арматура, волокно для армирования, базальтовое волокно, связующие, базальтопластиковая арматура, удельная прочность, композитной арматуры в бетоне, агрессивная среда, экспериментальные исследования, модуль деформации, снижение прочности.*

1. Введение

Основой композитной арматуры является материал, который формируют из разных волокон: стеклянного, базальтового, арамидного, углеродного, циркониевого, алюмоборосиликатного, алюмомагнезиального и др. и, как правило, с применением связывающих на основе термореактивных синтетических смол, которая при отверждении под действием температуры или в результате химической реакции необратимо превращается в твердый, неплавкий и нерастворимый материал с трехмерной сетчатой структурой. Ввиду высокой стоимости композитной арматуры в целом для массового применения композитной арматуры в строительстве, наиболее приемлемыми являются стеклянные и базальтовые волокна [1].

Одной из важнейших особенностей композитных материалов является существенная анизотропия механических свойств. Поэтому применение композитных материалов вызывает необходимость определения рациональных схем армирования и распределения

материала в конструкции с учетом условий ее нагружения. По сравнению со стальной арматурой, базальтопластиковая арматура (БПА) обладает малым весом (легче в 3.3-3.5раза), более высокой прочностью (прочнее в 2.5-3 раза), обладает значительно более высокой коррозионной стойкостью (в 12-15 раз), теплозащитными и диэлектрическими свойствами, она немагнитна и радиопрозрачна [2,3,8,11].

Высокая удельная прочность материала реализуется при кратковременном нагружении в направлении армирования. При нагрузках, вызывающих высокий уровень напряжений в связующем, материал в значительной степени утрачивает свои преимущества. Таким образом, композитные материалы обладают рядом специфических свойств, требующих разработки специальных методов проектирования и расчета.

2. Основная часть

Рост производства непрерывных стеклянных волокон сдерживается из-за возрастающего дефицита сырья (кальцинированной соды, борной кислоты, сульфата и т.д.), а также повышенных технических требований к ним и др. Хорошо известен также тот факт, что сдерживающим фактором широкого применения стеклопластиков в конструкциях является сравнительно высокая стоимость, низкий предел огнестойкости, низкий модуль упругости и др.

В связи с этим, в последние десятилетия интенсивно расширяются производства других волокон взамен стеклянных.

В настоящее время разработано несколько технологических процессов получения непрерывного волокна (ровинга) из широко распространенных изверженных пород – **базальтов**, не требующих никаких добавок [1,8,11].

Учитывая, что на территории Грузии отуствуют залежи железной руды, следовательно, сталелитейное производство и все металлоемкие изделия в основном завозятся из-за рубежа, что существенно увеличивает финансовые затраты строительно-монтажных работ. С другой стороны, имеющиеся огромные запасы базальтов, из которых можно получить высококачественное волокно, естественно вызывают большой интерес к базальтовым технологиям.

Технология производства непрерывного базальтового волокна одностадийным методом имеет хорошую перспективу для применения и распространения, однако не все базальтовые породы могут быть пригодны для получения непрерывного базальтового волокна.

На территории Грузии в нескольких месторождениях (Марнеули, Ахалцихе, Чиатура, Болниси и др.) находятся карьеры, из сырья которых получаются высококачественные волокна. Объем сырья, находящегося только в этих карьерах, оценивается во много миллионов кубометров. Базальтовое волокно, полученное из этих карьеров, обладает высокой исходной прочностью и долговечностью.

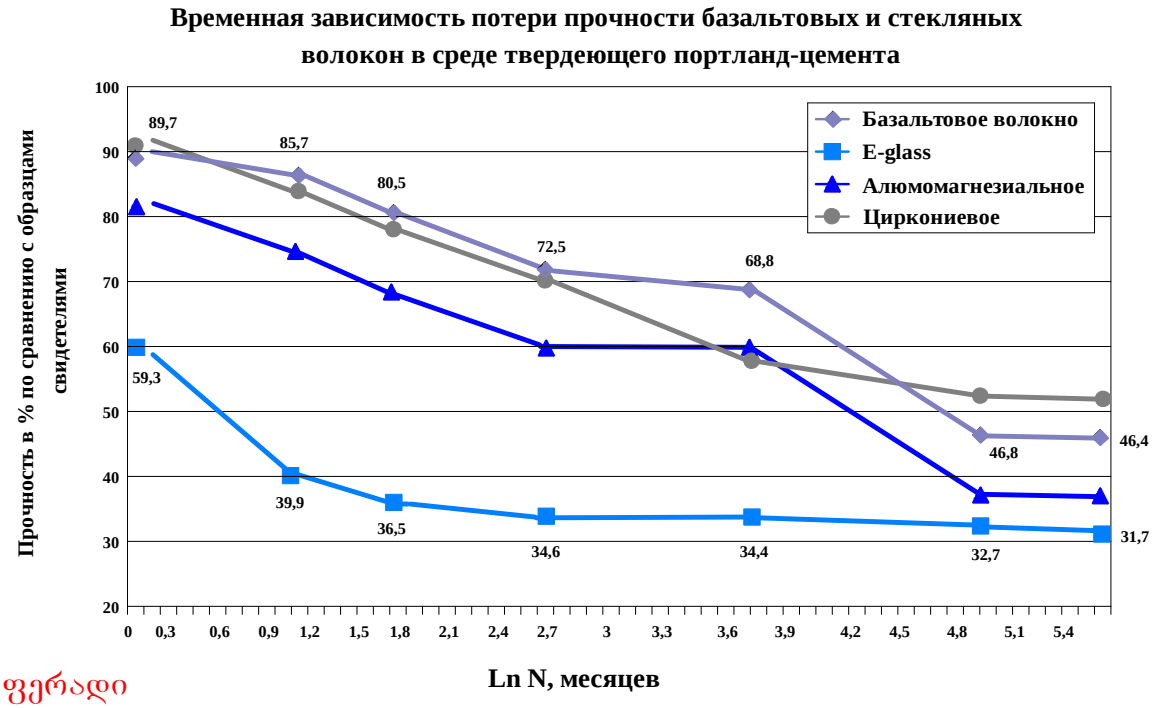
Химический состав исследованных базальтовых карьеров Грузии, пригодных для производства непрерывного и штапельного супертонкого волокна, приведен в Таб.1:

Таблица 1

Вид пластов	ОКСИДЫ, %										
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3 + Fe	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	MnO	P_2O_5	SO_3
Базальт Чиатурского месторождения	46.39	-	14.84	12.08	10.08	8.82	4.18	4.18	-	-	0.25
Базальт Ахалцихского месторождения	44.99	1.88	14.82	9.86	11.98	9.81	3.03	1.67	0.1	-	-
Базальт											

Марнеульского месторождения	51.11	0.92	15.5	10.45	10.22	6..36	4.64	4.64	0.3	0.5	-

Проведенные экспериментальные исследования базальтового и других видов волокон в среде твердеющего портландцемента подтвердили снижение прочности этих волокон со временем. Как показали результаты экспериментльных исследований, в условиях повышенной влажности и щелочной среды бетонов наблюдается активное снижение прочности базальтовых, стеклянных и других видов волокон (Рис. 1) [8].



ფერადი

Рис. 1. Сравнительная временная зависимость потери прочности базальтовых и других типов волокон в твердеющем портландцементе

Эксперименты показывают и другие особенности поведения композитной арматуры в бетоне. Например, прочность и модуль упругости композитной арматуры снижаются с увеличением диаметра стержня [2,4,6]. Прочность при растяжении полимеркомпозитной арматуры существенно снижается в процессе нахождения в бетоне, при этом значение модуля упругости практически не меняется [3].

Бетон и композитная арматура (стеклянного, базальтового, углеродного, циркониевого и др. волокон) являются реологически активными материалами, поэтому несущая способность, характер распределения усилий, деформативность и трещиностойкость бетонных конструкций, армированных композитной арматурой, во многом зависят от закономерностей совместной работы при длительном действии нагрузки.

Механическая прочность базальтопластиковой арматуры на растяжение при Т =20°С, составляет 12000-18000МПа и зависит от состава и процентного соотношения связующих в изделиях (что, как правило, составляет 25-30%);

-плотность изделия 1.95-2.2 г/см^3;

-модуль упругости изделия при 20°С колеблется в пределах 75000-90000 МПа;

-коэффициент теплопроводности изделия зависит от многих факторов и может меняться в следующих пределах: 0,04-0,1Вт/м⋆.к.;

-коэффициент линейного расширения (0.5-0.7)х10^{-5}, при Т=20^{0}С;

-точка плавления изделий определяется по показателям связующего и колеблется в широких пределах, от 180^0C до 600^0C; температура начала размягчения волокна 620^0C, температура размягчения - 635^0C;

-температурный интервал плавления базальтового волокна из Марнеульских карьеров с 1150-1180^0C, при температуре 1200^0C волокно начинает обугливаться;

-специальная поверхностная отделка не требуется, цвет изделия может меняться от отменно-черного до светло-коричневого и зависит от вида применяемых связующих.

Основные физико-механические и технические характеристики базальтопластиковой арматуры (БПА) и арматуры AIII приведены в Таб.2:

Таблица 2

Наименование	Значение показателя		Примечания
	БПА	Арматура AIII	
Временное сопротивление, растяжению, кг/см^2	$1.2x10^4$-$1,8x10^4$	3650-3800	
Модуль упругости, кг/см^2 При растяжении при сжатии	(0.7-0.9)$x10^6$ (0.4-0.5)$x10^6$	$2x10^6$ $2x10^6$	
Коэффициент Пуассона	0.22-0.26	0.3	
Повышение коррозийной стойкости (раз): в кислой среде в растворах солей в среде сероводорода	 12-15 9-12 15-20	 1 1 1	
Коэффициент линейного расширения, град.$^{-1}$	(58-85)$x10^{-7}$	(111-150)$x10^{-7}$	
Обьемный вес, т/м^3	1.9-2.1	7.8	легче в 3.7-4.1 раза

Композитная арматура в сравнении со стальной обладает рядом существенных недостатков:

-низкий модуль упругости;

-низкая огнестойкость и стойкость конструкций или изделий воздействию высоких температур;

-невозможность изготовления гнутых стержней арматурных изделий из композитной арматуры на стройплощадке;

-неэффективность и порой невозможность использования в сжатой зоне бетонов в качестве сжатой арматуры;

-большинство из волокон (составляющих основу композитной арматуры) теряют прочность в твердеющем портландцементе;

-в условиях длительного нагружения нелинейность деформирования композитной арматуры из стекла и базальтопластика отмечается уже при уровнях нагрузки 0.25-0.4 от разрушающей. Это делает необходимым учет в расчетах действительных закономерностей деформирования материалов;

-более высокая стоимость. Стоимость сопоставима с тросами из высокопрочных сталей (канатами);

-прочность на сжатие композитной арматуры значительно ниже, чем прочность на разрыв;

- практическое отсутствие пластических деформации у композитной арматуры, малое удлинение при разрыве – около 2%, что означает повышенный риск хрупкого разрушения.

Вследствие низкого модуля упругости композитной арматуры при незначительных напряжениях, изгибаемая бетонная конструкция с композитной арматурой может

разрушиться по бетону. Такой характер разрушения такого же сечения изгибаемой бетонной конструкции со стальной арматурой невозможен. По этой причине высокие прочностные показатели композитной арматуры в подавляющем большинстве случаев остаются нереализованными.

Наиболее эффективные области применения композитной (БПА, в том числе) с учетом их особенностей: высокая прочность и низкий модуль деформации предопределяют целесообразность создания предварительно напряженных бетонных конструкций [3-6,9,10]. Однако для натяжения композитной арматуры не могут быть применены зажимы (захваты), используемые для предварительного напряжения стальной арматуры, так как прочность композитного (и базальтопластикового) арматурного стержня при обжатии в зажиме поперек волокон определяется прочностными характеристиками полимерного связующего, а не волокна, и поэтому прочность анкеровки значительно меньше временного сопротивления арматуры разрыву [8,9,10,11]. Это обстоятельство вызывает необходимость разработки специальной конструкции зажимов для натяжения композитной (и базальтопластиковой) арматуры. При этом значение контролируемого напряжения в композитной арматуре должно приниматься не более 50% временного сопротивления.

С учетом вышеизложенного, до применения композитной арматуры для армирования в обычных и предварительно напряженных конструкциях необходимо провести ряд специфических исследований для оценки работоспособности этих материалов, в том числе:

- влияние солнечной радиации и морского влажного климата на работу бетонных конструкций, армированных композитной арматурой;

-влияние реологических свойств полимеров связующего на границе раздела между композитной арматуры и бетоном;

-влияние режима изменения напряжений во времени, особенно при знакопеременных нагрузках, что очень важно для конструкций, эксплуатируемых в сейсмической зоне и при динамических воздействиях;

-влияние ползучести и усадки бетона и особенности взаимодействия на контактной поверхности с учетом длительной прочности композитной арматуры и разных видов бетонов.

Одной из важнейших особенностей композитных материалов является существенная анизотропия их механических свойств. Поэтому применение композитных материалов вызывает необходимость определения рациональных схем армирования и распределения материала в конструкции с учетом соответствующих условий ее нагружения.

Прочность сцепления прута композитной арматуры с бетоном зависит от конструктивных особенностей, производственного процесса, механических характеристик самого прута и условий окружающей среды, однако при проектировании необходимо учесть, что прочность при межслойном сдвиге обеспечивается относительно слабой полимерной составляющей.

На Рис.2 показано распределение напряжений в бетоне в зоне контакта с БПА, полученное автором экспериментально (Д.Гигинейшвили).

Коэффициент Пуассона композитной арматуры m в продольном и поперечном направлении разные. А для базальтопластиковой арматуры в зависимости от типа отвердителя m меняется и в продольном направлений в пределах 0.25-0.38.

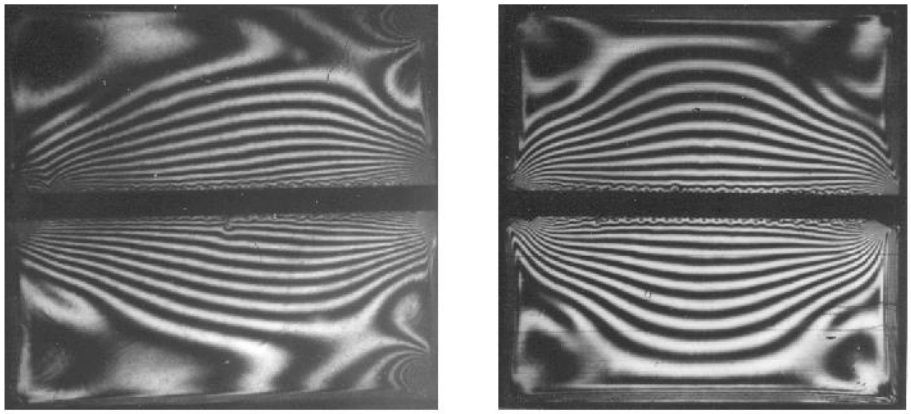


Рис. 2. Базальтопластиковая арматура и концентрация напряжений в разных обоймах при усадке

Модуль упругости при растяжении $\mathbf{E}_{\text{р.сп}}$ композитной арматуры (в том числе, базальтопластиковой) может быть вычислен по формуле: $\mathbf{E_{р.сп} = E_aF_{ст} + E_cF_c}$,

где $\mathbf{E_a}$ и $\mathbf{E_c}$ – соответственно модули упругости при растяжении волокна и связующего; $\mathbf{F_{ст}}$ и $\mathbf{F_c}$ – объемное содержание стекла и связующего в композите.

Преднапряженные бетонные конструкции, армированные базальтопластиковой арматурой, рассчитываются по обеим группам предельных состояний: по трещинообразованию, прогибам и прочности. Расчеты элементов, армированных арматурой из базальтового волокна, основываются на следующих положениях: сечения остаются плоскими; эпюра напряжений в сжатой зоне имеет параболическую форму при предельных краевых напряжениях сжатия, равных расчетному сопротивлению при сжатии Rc; если краевые напряжения сжатия составляют 0.7Rc и менее, эпюра упрощается до линейной.

Выбор формы эпюры напряжений сжатия и величины краевых напряжений зависит от технологических и конструкционных факторов.

Армирование сжатой зоны бетонов с применением любых типов композитной арматуры не оправдывается экономически.

Препятствием в практическом использовании всех положительных качеств БПА является, с нашей точки зрения, недостаточная изученность и отражение особенностей ее работы в существующих нормативных документах [12-27] и, что особенно важно, отсутствие исследований и соответствующей нормативной базы для эффективного применения базальтопластиковой арматуры в условиях Грузии, с ориентацией на использование значительных местных месторождения базальта, его свойства с учетом местных условий применения БПА, в частности, при сейсмических и знакопеременных нагрузках, в условиях морского климата, солнечной радиации, низких температур и других факторов.

3. Заключение

В современных железобетонных изделиях полностью заменить стальную арматуру на композитную невозможно. Но целесообразно и эффективно использовать композитную арматуру в определенных условиях взамен стальной, которая ее свойствами не обладает. В первую очередь речь идёт о химической стойкости, радиопрозрачности и диэлектрических свойствах композитной арматуры.

Таким образом, композитную арматуру целесообразно применять на следующих объектах строительства: в конструкциях, подвергающиеся воздействию агрессивных сред, вызывающих коррозию стальной арматуры; объектах дорожно-транспортной инфраструктуры; в бетонных сборных и монолитных конструкциях на упругом основании (фундаменты, дорожные, аэродромные плиты и др.); в водоочистных сооружениях; при армировании каменной кладки; в сооружениях, эксплуатируемых в условиях высоких

электромагнитных полей и разности потенциалов; в туннелях, грунто- и берегоукрепительных сооружениях; в преднапряженных конструкциях; при реконструкции, реставрации, усилении элементов зданий и сооружений.

Для расширения сферы применения композитной арматуры в строительстве необходимо выполнить следующие мероприятия:

-разработать стандарты и нормы регламентирующие требования к расчету композитной арматуры с учетом ее механических свойств и методов контроля, основываясь на местных материалах и условиях;

-разработать строительные нормы, регламентирующие правила расчета и конструирования бетонных конструкций, армированных композитной арматурой в предельных состояниях;

-подготовить предложения по оценке характеристик различных вариантов периодического профиля композитной арматуры с учетом типов и классов бетона;

-разработать типовые решения, обеспечивающие требуемый уровень огнестойкости бетонных конструкций, армированных композитной арматурой;

-подготовить перечень композитных строительных материалов и технологий, необходимых при подготовке смет;

-стандартизировать типовые решения гнутых элементов и разработать правила их изготовления и приемки и т.д.

Какими окажутся новые технические решения в направленни широкого применения композитной арматуры для армировании бетонов неизвестно, к сожалению, пока еще нет четкого ответа. Однако жизнь требует, что их следует изучать более подробно, для чего открывается безбрежный простор для теоретического труда и творческого поиска. Во многом успех будет зависеть от создания и открытия новых видов волокон, связующих и их совместного применения для обычных или специальных видов бетонов.

Литература

1. Джигирис Д.Д., Махова М.Ф. Основы производства базальтовых волокон и изделий. Монография. - М.: Теплоэнергетик, 2002. -416с.
2. J. Gigineishvili, I. Mgaloblishvili. Technological line of production of compositive nonmetal construction reinforcement bars and pipes. SAKPATENTI, N P 2000, Tbilisi, 1997.
3. Гигинейшвили Д.Я. Бетонные конструкций армированные с применением базальтового волокна для армирования бетонов и перспективы применения для сейсмостойкого строительства. INTERNATIONAL SYMPOSIUM SEISMIC STABILITY AND ENGINEERING SEISMOLOGI. TESIS OF REPORTS. TBILISI 19-21.05. 1999. Pages.40.
4. J. Gigineishvili (I. Veriujski, A. Snitko). Modeling of processes of destruction of compound bodies by a numerical - analytical method of potential. The mechanics Composite Materials. Riga. - 1989. №6, pages 1024-1031.
5. J. Gigineishvili (I. Veriujski). Проектирование быстровозводимых зданий и сооружений в горных районах. IDEEA ONE. First Internasional Design for Extreme Environment Assembli. Houston. Oktober 1991. USA.
6. J. Gigineishvili. Numerical - analytical method POTENTIAL calculation of designs Composite Materials in view of destructions. Teoretical mechanics also is false. To six national congress on the theoretical and applied mechanics. Varna - 1989. Sofia: BAN, 1990. Book. 2, pages 35-38.
7. J. Gigineishvili, L. Gogichaishvil, G.Huhia, G. Tikurishvili, O. Tsisilashvili. Strengthening of slopes by using basalt fibers. SAKPATENTI, Tbilisi, 2004
8. Гигинейшвили Д.Я., Инцкирвели Н.А. ООО «ПРОГРЕСИ», г. Тбилиси, Грузия, Краюшкина Е.В. Национальный авиационный университет, г. Киев, Украина. ЭФФЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И КОНСТРУКЦИЙ, АРМИРОВАННЫЕ С

ПРИМЕНЕНИЕМ НЕПРЕРЫВНОГО И ФИБРОВОГО БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕАБИЛИТАЦИИ. Азербайджанский Научно-Исследовательский Институт Строительства и Архитектуры. г. Баку. № 3870, 2014г. стр.35-46.

9. Гигинейшвили Д.Я. ООО «ПРОГРЕСИ», г. Тбилиси, Грузия. Результаты исследования предсамонапряженных бетонных балок, армированных базальтопластиковой арматурой. Научно-технический журнал «СТРОИТЕЛЬСТВО». №3(38), 2015г. стр.6-12.
10. Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкций. – М.: Стройиздат, 1980., 104с.
11. Гигинейшвили Д.Я., Мацаберидзе Т.Г., Чикваидзе Г. Н., Гигинейшвили Д.Д. Результаты исследования предварительно напряженных бетонных балок армированных базальтпластиковой арматурой. СТРОИТЕЛЬСТВО, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, МАШИНОСТРОЕНИЕ. Сборник научных трудов. 659 стр. Под общей редакцией доктора технических наук, профессора В.И.Большакова. Выпуск 69. На русском, украинском, английском и французском языках. стр. 122-132
12. А.Р.Гиздатуллин, В.Г.Хозин, А.Н.Куклин, А.М.Хуснутдинов. Особенности испытаний и характер разрушения полимеркомпозитной арматуры. Инженерно-строительный журнал, №3, 2014.
13. Trejo D., Gardoni P., Kim J., Zidek J. Report FHWA/TX-09/0/6069-1. Long-term performance of GFRP reinforcement, 2009. 124 p.
14. ACI 440.1R-06 (2006) “Guide for the Design and Construction of Structural Concrete Reinforced with FRP Bars”, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
15. Изменение № 1 к СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения». М., 2015.
16. Рекомендации по расчету конструкций со стеклопластиковой арматурой. М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1978, 21с.
17. ГОСТ 31938-2012. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. М., 2013. 14 с.
18. СТО 017 НОСТРОЙ 2.6.90-2014. Применение в строительных бетонных и геотехнических конструкциях неметаллической композитной арматуры. М., 2014.
19. ДСТУ Б В.2.6-185:2012. Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу. Київ, 2012.
20. Технические рекомендации по применению неметаллической композитной арматуры периодического профиля в бетонных конструкциях. ТР 013-1-04. М., 2004.
21. СП 164.1325800.2014. Усиление железобетонных конструкций композитными материалами. Правила проектирования. М., 2014.
22. CNR-DT 203/2006 — Guide for the design and Construction of Concrete Structures Reinforced with Fiber-Reinforced Polymer Bars, fib, 2007.
23. Japan Society of Civil Engineers (JSCE), 1997, Recommendation for Design and Construction of Concrete Structures Using Continuous Fiber Reinforcing Materials, Concrete Engineering Series #23, Tokyo, Japan.
24. Seismic Retrofiting Design and Constraction Guidelines for Existing Reinforced Concrete (RC) Buildings with FRP Materials. Japan Building Disaster Prevention Association (JBDPA), 1999.
25. CAN/CSA-S806-02, “Design and Construction of Building Components with Fibre Reinforced Polymers”, Canadian Standards Association, Toronto, Ontario, Canada, (2007).
26. CAN/CSA-S6_06 “Canadian Highway Bridge Design Code”, Canadian Standards Association,Toronto, Ontario, Canada, (2006).
27. ISIS Canada 2001a “Reinforcing Concrete Structures with Fiber Reinforced Polymers,” Design Manual No. 3, The Canadian Network of Centers of Excellence on Intelligent Sensing for Innovative Structures, ISIS Canada Corporation, Winnipeg, Manitoba, Canada.

თვითშემკვრივებადი ბეტონი

ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე. ა. ჩიქოვანი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *თვითშემკვრივებადი ბეტონის ნარევით (SCC – self compacting concrete) შეიძლება ბეტონირება ნებისმიერ, მათ შორის ძნელადმისადგომ, ჭარბარმირებულ კონსტრუქციაში, მაღალი ინტენსიურობით, მინიმალური დროის და ენერგიის დანახარჯებით, შემკვრივების გარეშე. ამასთან განყალიბების შემდეგ უზრუნველყოფილია ზედაპირის მაღალი ხარისხი. ამიტომ, ბოლო დროს თვითშემკვრივებადი ბეტონი სულ უფრო მეტად გამოიყენება უნიკალური ობიექტების მშენებლობაზე.*

საკვანძო სიტყვები: *თვითშემკვრივებადი ბეტონი, ევროპული ნორმები, ნარევის კლასი (flow classes), ძვრადობის მარკა, განთხევის დიამეტრი, ცემენტის სუსპენზია, წვრილდისპერსიული დანამატი, მიკროკაჟმიწა, ჩათრეული ჰაერი, კონცენტრაცია, სუპერ-და ჰიპერპლასტიფიკატორი.*

1. შესავალი

ამჟამად მშენებლობაში სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება ეგრეთ წოდებული თვითშემკვრივებადი ბეტონი. თვითშემკვრივებადი ბეტონის ტექნოლოგიას სამართლიანად შეიძლება ვუწოდოთ მომავლის ტექნოლოგია, როგორც მონოლითური, ისე ანაკრები ბეტონისა და რკინაბეტონისათვის.

თვითშემკვრივებადი ბეტონის ძირითადი ღირსება მჟღავნდება ბეტონის ნარევის ჩაწყობის სტადიაში, რომელსაც ახასიათებს მთელი რიგი განსხვავებული თავისებურებანი:

- მაღალი დენადობა, რომლის წყალობით ნარევი სქელი სითხის მსგავსად მიედინება და ავსებს ნებისმიერი ფორმის ყალიბს, საკუთარი მასის გავლენით, ვიბრაციის გარეშე.
- უნარი სრულად შეავსოს არმატურის ღეროებს შორის სივრცე, ძალიან ხშირი არმირების დროსაც.
- ტრანსპორტირების სიადვილე და ჩაწყობის ადგილზე ნარევის მიწოდება მილგამტარით, ძვრადობის შეუმცირებლად.
- ჩაწყობისას ნარევის განშრევება არ ხდება, არ არის ხმაური, შესაძლებელია შემსუბუქებული ყალიბის გამოყენება.
- ბეტონში ჩათრეული ჰაერის მცირე რაოდენობა.

2. ძირითადი ნაწილი

ევროპული ნორმების EN 206-1 თანახმად არსებობს ბეტონის ნარევის 6 კლასი (flow classes F1...F6), რომელიც ხასიათდება სტანდარტული კონუსის D განთხევით, შესაბამისად არანაკლებ 340-დან 630 მმ-მდე და მეტი. ადვილჩაწყობადობის მიხედვით ევროპული ნორმები განიხილავს თვითშემკვრივებადი ბეტონის (SCC) სამ კლასს: SF1 – განთხევის დიამეტრით $D = 550\ldots650$ მმ, SF2 – $D = 660\ldots750$ მმ, SF3 – $D = 760\ldots850$ მმ (ცხრ. 1).

ცხრილი 1

SCC გამოყენების მახასიათებლები და არე

ძვრადობის მარკა	განთხევის დიამეტრი (კ.ჯ)*, მმ	გამოყენების არე
SF1	550...650 (>265)	უარმატურო და მცირედარმირებული ბეტონის კონსტრუქცია-გადახურვის ფილა, მილგამტარი, გვირაბი, საძირკველი.

SF2	660...750 (>275)	ჩვეულებრივი ნაგებობის უმეტესობა – კოლონები, კედლები.
SF3	760...850 (>285)	ვერტიკალური ელემენტები, რთული ფორმის ჭარბ-არმირებული კონსტრუქციები, ტორკრეტირება.

შენიშვნა: * – საორიენტაციო.

სტანდარტული ბეტონის კონუსის განთხევის დიამეტრი განისაზღვრება შემკვრელის ცომის რაოდენობით (ც+წ+დ, სადაც დ – მინერალური დანამატია 0,16 მმ-ზე ნაკლები ზომის მარცვლებით) და მისი დენადობით, რომელიც დამოკიდებულია $K_{ნს}$-ზე (რიცხობრივად ტოლია „ჭეშმარიტი“ წ/ც და ცემენტის ნორმალური სისქელის სიდიდის ფარდობაზე) და ასევე სუპერპლასტიფიკატორის (სპ) თვისებებზე.

ცხრ. 2-ში მოყვანილია მონაცემები ბეტონის სტრუქტურის ორგანიზაციის ზოგიერთ აუცილებელ პირობაზე, საჭირო D სიდიდის თვითშემკვრივებადი ბეტონის მისაღებად. ძირითადი ფაქტორებია: შემვსების მოცულობითი კონცენტრაცია, a კოეფიციენტის მნიშვნელობა და ცემენტის ცომის ზღვრული დაძაბულობის τ_0 სიდიდე.

ცხრილი 2

სხვადასხვა კლასის ბეტონის ნარევის დენადობის პარამეტრები

SCC კლასი	ცემენტის ცომის ზღვრული დენადობის დაძაბულობის მოთხოვნითი მნიშვნელობა, როცა:			
	V = 0,55; a = 2,1	V = 0,55; a = 2,6	V = 0,62; a = 2,1	V = 0,62; a = 2,6
SF1	14	10,7	12	8,9
SF2	10	7,7	8,7	–
SF3	7,6	–	–	–

თვითშემკვრივებადი ბეტონისათვის კონუსის ჯდენის (კ·ჯ) სიდიდე საორიენტაციოდ უნდა იყოს 26სმ. სუპერპლასტიფიკატორის აქტივობის შეფასებისათვის, კონკრეტულ ცემენტთან შეთავსებით, შეიძლება გამოვიყენოთ ცემენტის ცომის სუსპენზიის ზღვრული დაძაბულობის სიდიდე:

$$\tau_0 = \frac{hd^2}{KD^2}\circ, \qquad (1)$$

სადაც h, d – შესაბამისად სიმაღლე და დიამეტრია, მ, სუტარდის მინივისკოზიმეტრის – ხელსაწყოსი, რომელიც გამოიყენება სხმული იატაკის დენადობის კონტროლისათვის, მშრალი სამშენებლო ნარევის წარმოებისა და გამოყენებისას;

D – ცემენტის სუსპენზიის განთხევის დიამეტრი, მ;

$K = 2$

$\circ$ – ცემენტის სუსპენზიის საშუალო სიმკვრივე, კგ/მ³.

ბეტონის ნარევის კონუსის განთხევის დიამეტრი D შეიძლება ასე განისაზღვროს

$$D_{ბნ} = \sqrt{\frac{140000}{(\tau_0)_{ბნ}}} \text{ სმ}, \qquad (2)$$

სადაც $(\tau_0)_{ბნ}$ – მნიშვნელობის სიდიდეა

$$(\tau_0)_{ბნ} = (\tau_0)_{ცც} \cdot e^{2,5v} / K_{ნს}, \qquad (3)$$

სადაც $(\tau_0)_{ცც}$ – ცემენტის ცომის სუსპენზიის ძვრადობის ზღვრული დაძაბულობა (2)-ის მიხედვით;

v – შემვსებების ფარდობითი კონცენტრაცია;

$$K_{ნს} = \text{წ}_{\text{ფ}} / [(W_{\text{ც}} \cdot \text{ც} + W_{\text{ქვ}} \cdot \text{ქვ} + W_{\text{დ}} \cdot \text{დ} + W_{\text{ღ}} \cdot \text{ღ}) K_{sp}], \quad (4)$$

სადაც $\text{წ}_{\text{ფ}}$ – წყლის ფაქტიური ხარჯია ბეტონის ნარევში, ლ/მ³;

$W_{\text{ც}}, W_{\text{ქვ}}, W_{\text{დ}}, W_{\text{ღ}}$ – შესაბამისად ცემენტის (0,24...0,28), ქვიშის (0,04...0,08), დანამატის (0,15...0,2), ღორღის (0,02...0,04) წყალმოთხოვნილებაა;

K_{sp} – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სუპერპლასტიფიკატორის გავლენას ნარევის წყალმოთხოვნილებაზე (0,7...0,85).

ცემენტის სუსპენზიის დენადობის კვლევა საშუალებას გვაძლევს იოლად განვსაზღვროთ სუპერ- ან ჰიპერპლასტიფიკატორის რაციონალური დოზა კონკრეტული ცემენტისათვის. რაციონალურში იგულისხმება დოზირება, რომლის გადამეტება ხასიათდება დენადობის ამაღლების ეფექტის შემცირებით. გარდა ამისა, ცემენტის სუსპენზიაზე მუშაობა საშუალებას გვაძლევს იოლად გამოვავლინოთ ზღვრული დოზირება, ნარევის თვალსაზრისით, სხვადასხვა ცემენტის და სპ შეხამებისას.

თუ ცემენტის ცომზე წმინდადდაფქული მინერალური დანამატით შევსების და ასევე ქვ/ც ფარდობის სიდიდის გავლენა ნარევის დენადობაზე ინდივიდუალურია ც+დ+სპ(ჰპ) სისტემისათვის, მაშინ შევსების ხარისხი (ფარდობა დ/ც) მიზანშეწონილია ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში განისაზღვროს ექსპერიმენტულად.

ნარევის დენადობაზე ქვ/ს ფარდობის გავლენა (როგორც ცემენტის ცომის კონცენტრაციის ფუნქცია) ნაკლებია 0,58-ზე (რაც შეესაბამება ფარდობას ქვ/ც=1,4), მაშინ იკვეთება ძვრის ზღვრული დაძაბულობის მკვეთრი მატება, ე.ი. დენადობის კლება. ეს შესაძლოა განპირობებული იყოს ცემენტის ცომის გარსის სისქის გარკვეული ზღვრის ქვევით შემცირების გავლენით ძვრადობის დაძაბულობაზე. მიღებული შედეგი საშუალებას გვაძლევს ჩამოვაყალიბოთ პრაქტიკისათვის მეტად მნიშვნელოვანი დასკვნები, SCC სტრუქტურების ქვ/(ც+შ)>1,4 ფარდობასთან გამოყენების მიზანშეწონილობაზე.

თვითშემკვრივებადი ბეტონის (SCC) შედგენილობამ უნდა დააკმაყოფილოს შემდეგი მოთხოვნები: ც+შ = 380...600 კგ/მ³; წვრ. = 730...970 კგ/მ³; მსხვ.=750...1000 კგ/მ³. (ც, შ, წვრ, მსხვ; – შესაბამისად ცემენტის, შემავსებლის, წვრილი და მსხვილი შემვსების ხარჯია), ე.ი. როგორც წვრილი, ისე მსხვილი შემვსების კონცენტრაცია შეადგენს დაახლოებით 0,28...0,37, ქვ/ც ფარდობა იცვლება 1,2-დან 2,5-მდე ფარგლებში. ვიყენებთ რა გაანგარიშების აბსოლუტური მოცულობების მეთოდს და თუ მივიღებთ, რომ ბეტონის ნარევის საშუალო სიმკვრივე შეადგენს 2400 კგ/მ³, ჩათრეული ჰაერის (ჩჰ) მოცულობა კი – 2%, მაშინ SCC შეიძლება ჩავწეროთ:

$$\text{ც} + \text{წ} + \text{შ} + \text{ქვ} + \text{ღ} = \text{°}_{\text{ბნ}} = 2400, \quad (5)$$

$$\text{ც}\left(1 + \frac{\text{წ}}{\text{ც}} + a + c + b\right) = \text{°}_{\text{ბნ}} = 2400, \quad (6)$$

$$\frac{\text{ც}}{\text{°}_{\text{ც}}} + \text{წ} + \frac{\text{შ}}{\text{°}_{\text{შ}}} + \frac{\text{ქვ}}{\text{°}_{\text{ქვ}}} + \frac{\text{ღ}}{\text{°}_{\text{ღ}}} + \text{ჩჰ} = 1000, \quad (7)$$

ანუ

$$\text{ც}\left(\frac{1}{\text{°}_{\text{ც}}} + \frac{\text{წ}}{\text{ც}} + \frac{a}{\text{°}_{\text{შ}}} + \frac{c}{\text{°}_{\text{ქვ}}} + \frac{b}{\text{°}_{\text{ღ}}}\right) = 1000 - \text{ჩჰ} = 980. \quad (8)$$

როდესაც შემვსებების ჯამური კონცენტრაცია 0,55-ზე მეტი არაა, მაშინ უზრუნველყოფილია ბეტონის ნარევის დენადობის უფრო უკეთესი პირობები, შესაბამისად, შემვსებებისათვის

$$\frac{c_{ც}}{°_{ც}}+\frac{b_{ც}}{°_{ღ}}<550. \quad (9)$$

შემკვრელის ცომისათვის კი $ც\left(\frac{1}{°_{ც}}+\frac{a}{°_{შ}}+\frac{წ}{ც}\right)>430$, (10)

სადაც ც, წ, შ, ქვ, ღ – შესაბამისად ცემენტის, წყლის, შემავსებლის, წვრილი შემვსების (ქვიშის) და მსხვილი შემვსების (ღორღის) ხარჯია, კგ/მ³;

a=შ/ც, c=ქვ/ც, b=ღ/ც, $°_{ც}$, $°_{შ}$, $°_{ქვ}$, $°_{ღ}$ – შესაბამისად ცემენტის, შემავსებლის, ქვიშის და ღორღის ჭეშმარიტი სიმკვრივეებია.

ამრიგად, 4 განტოლების სისტემისათვის (2, 4, 5, 6) გვაქვს 5 უცნობი $\left(ც,\frac{წ}{ც},a,c,b\right)$. მეხუთე განტოლება წარმოადგენს ბეტონის სიმტკიცის წ/ც ფარდობასთან დამოკიდებულებას (7). SCC შედგენილობის დაპროექტება სიმტკიცის კრიტერიუმით მიზანშეწონილია ვაწარმოოთ სუპერპლასტიფიკატორის (სპ), ჰიპერპლასტიფიკატორის (ჰპ) გავლენის, ასევე ნარევის წყალმოთხოვნილების და შესაბამისად წ/ც შესაძლო ცვლილებების, ისე ცემენტის ქვის სიტკიცის ფორმირების (ბეტონის – $K_{R.SP}$) გათვალისწინებით. გარდა ამისა შემავსებლად მიკროკაჟმიწის გამოყენებისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ მისი გავლენა ბეტონის სიმტკიცის (K_{SP}) მატებაზე $R=K_{SF}K_{R.SP}\frac{aR_{ც}}{(წ/ც)^x}$, (11)

სადაც K_{SF} მნიშვნელობა შეადგენს 1,1...1,3 მიკროკაჟმიწის დოზაზე, ცემენტის და შემვსებების თვისებებზე დამოკიდებულებით.

$K_{R.SP}$ მნიშვნელობა განისაზღვრება კონკრეტული წყვილის „ცემენტი – სპ(ჰპ)“-თვის და შეიძლება შეიცვალოს ძალიან დიდ ფარგლებში (0,69...1,16). ეს დამოკიდებულია სისტემის „ცემენტი – სპ(ჰპ)“ ინდივიდუალურ შეთავსებადობაზე. ცემენტის ქვის სიმტკიცის ფორმირებაზე სპ(ჰპ) გავლენა განპირობებულია ჯერ ერთი ზედმეტი ჰაერჩათრევით, როგორც ცნობილია ჩათრეული ჰაერის 1% ბეტონის სიმტკიცეს ამცირებს დაახლოებით 4%-ით, მეორეს მხრივ, ცემენტის ქვის ჰიდრატაციაზე და სტრუქტურაწარმოქმნის პროცესებზე (სპ) გავლენით. ბეტონის ნარევში ზედმეტი ჰაერჩათრევისას მიზანშეწონილია ისეთი დანამატის გამოყენება, რომელიც შეამცირებს ამ პროცესს. გადამწყვეტი ფაქტორია სპ(ჰპ) გავლენა ჰიდრატაციის პროცესზე. მუდმივი წყვილისათვის (ცემენტი – სპ), $K_{R.SP}$ სიდიდე საკმაოდ სტაბილურია. დანამატის შესაძლო ალბათობითი გავლენა ბეტონის სიმტკიცის ფორმირებაზე აიხსნება ცემენტის აქტივობის და შემვსებების ხარისხის ფაქტორების გარდა, სიმტკიცის მნიშვნელოვანი გაფანტვით, მუდმივი წ/ც სიდიდის დროს.

ამრიგად, განვსაზღვრავთ რა წ/ც სიდიდეს (7) ფორმულით და ამასთან ამოვხსნით ერთობლივად (2, 4, 5, 6) განტოლებებს, მივიღებთ ბეტონის შედგენილობას. უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთი სიდიდე (*a*, *c*, *b*) შეიძლება მოცემული იყოს „ნებელობითი“ გადაწყვეტით. მაშინ მიზანშეწონილია მივიღოთ სიდიდეების დასახული მნიშვნელობები:

$$a=\frac{Ш}{Ц}=0{,}15\ldots0{,}25;\quad c=\frac{КВ}{Ц}=1{,}0\ldots1{,}14;\quad b=\frac{П}{Ц}=1{,}25\ldots2{,}0. \qquad (12)$$

ბეტონის ნარევის წყალშეცვლელობა წინსწრებით შეიძლება განვსაზღვროთ ფორმულით: $$В_0=(W_Ц\cdot Ц+W_Ш\cdot Ш+W_{КВ}\cdot КВ+W_П\cdot П)K_{sp}, \qquad (13)$$

სადაც $В_0$ – წყლის ხარჯია ბეტონის ნარევში, ლ/მ^3;

$W_Ц, W_{КВ}, W_П, W_Ш$ – შესაბამისად ცემენტის (0,24...0,28), ქვიშის (0,04...0,08), შემავსებლის (0,15...0,2), ღორღის (0,02...0,04) წყალმოთხოვნაა;

Ц, КВ, Ш, П – შესაბამისად ცემენტის, ქვიშის, შემავსებლის, ღორღის ხარჯია, კგ/მ^3;

K_{SP} – კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს სუპერპლასტიფიკატორის გავლენას ბეტონის ნარევის წყალმოთხოვნილებაზე, $K_{SP}=(0{,}7\ldots0{,}85)$.

3. დასკვნა

1. თვითშემკვრივებადი ბეტონის პროექტირებას აქვს რიგი არსებითი განსხვავებები. ძირითადი განსხვავება ჩვეულებრივ მძიმე ბეტონთან შედარებით არის წვრილი და მსხვილი შემვსების თანაფარდობა (ქვიშის რაოდენობის გაზრდა) და ბეტონის შედგენილობაში წვრილდისპერსიული შემავსებლის აუცილებლობა. ასეთ შემავსებლად შეიძლება გამოვიყენოთ წმინდად დაფქული ბუნებრივი მასალები: კვარცის ქვიშა (საჩხერის), კირქვა, დოლომიტი და სხვ. ან პუცოლანური აქტივობის წვრილდისპერსიული მასალები: წანატაცნაცარი, მიკროკაჟმიწა (ზესტაფონის სილიკომანგანუმის მტვერი), მეტაკაოლინი, ბრძმედის გრანულირებული წიდა.

2. თვითშემკვრივებადი ბეტონის (SCC) შედგენილობამ უნდა დააკმაყოფილოს შემდეგი მოთხოვნები: Ц+Ш = 380...600 კგ/მ^3; КВ = 730...970 კგ/მ^3; П= 750...1000 კგ/მ^3, (Ц, Ш, КВ, П – შესაბამისად ცემენტის, შემავსებლის, წვრილი და მსხვილი შემვსების ხარჯებია), ე.ი. როგორც წვრილი ისე მსხვილი შემვსების კონცენტრაცია შეადგენს დაახლოებით 0,28...0,37, КВ/Ц ფარდობა იცვლება 1,2-დან 2,5-მდე ფარგლებში.

ლიტერატურა

1. Баженов Ю.М. Технология бетона. М. ИАСВ. 2007. 500 с.
2. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны. Москва. 2001. 400 с.
3. Алимов Л.А., Воронин В.В. «Бетоноведение», Москва, 2010, 424 с.
4. Киреева Ю.И. Современные строительные материалы. Ростов-на Дону. 2010, 245 с.
5. Несветаев А.А. Бетоны. Ростов-на Дону. 2011. 380 с.
6. Баженов Ю.М., Алимов А.А., Воронин В.В. Структура и свойства бетонов с наномодификаторами. Москва. 2013. 204 с.
7. EN 206-1. Concrete. Part 1: Specification, performance, production and conformity.
8. ა. ჩიქოვანი. ბეტონის ტექნოლოგია. თბილისი. 2015. 358 გვ.

STRUCTURAL SYSTEMS BEHAVIOUR UNDER SIMULTANEOUS VERTICAL AND HORIZONTAL SHEAR FORCES ACTION

D. Khokhlin, PhD in Technical Sciences
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

Summary: *Stress state of structural system areas under sequential double sideways action in vertical and horizontal directions with combining of relevant efforts and stresses are considered. Hazard of this condition occurrence arises when substantial differential settlements of base resulting in vertical sideways are in action. In the sequel those sideways may coincide with horizontal sideways under seismic load and lower structural system seismic stability. Designing of appropriate protection is very important.*

Keywords: *structural system, shear sideway force, substantial differential settlements of base, seismic.*

One of the most dangerous force influences on the structural system elements is effect of shear forces leading to bending moments and shears and corresponding increased main normal stresses which create hazard of local or general overloads and destructions. Thus, consideration of structures stress-strain state and bearing capacity under influence of shear forces, especially when they are combined with different effects, is important for the structural systems reliability.

Existing methods and approaches to structural systems and their components calculations mean consideration of shear forces and sideways action in one direction: either horizontal (seismic, wind, etc.), or vertical (shear forces in span structures, substantial differential settlements of base, and others). As an exception, we can single out consideration of a stress state of beam and column rigid connection central zones in reinforced concrete frames under seismic action, which, in the most general version (without simplifications), are checked for the main compression stresses including those resulting from shear forces in two directions (across of a column and beam).

Stress state of beam and column rigid connection central zones in reinforced concrete frames under a seismic load is dealt with and studied in the works [1-3 and others] and still included in the current building standards and norms [4, 5, 6 etc.]. Its special feature is the predominance of compressive normal stresses and appropriate strength verification is provided. But other variations of construction site stress state and destructions by double sideways action are not considered.

The article aim is to analyze structural system areas stress state under sequential double sideways action in vertical and horizontal directions with combining of relevant efforts and stresses.

The imposition of seismic loads with substantial differential settlements of base (SDSB) prestressing in a constructive system is a typical variant of sequential action of vertical and horizontal sideways with efforts and stresses superposition. It should be noted that there are different reasons for SDSB such as slumping soils, undermined territories, karst etc.

Elementary cell of a frame and elementary site of a flat element with conditionally single overall dimensions under double sideways action are considered for evaluation of structures stress state characteristics (Fig. 1). Aim of the analysis is comparison with the stress state caused by a seismic horizontal sideway, as well as identification of the most probable variants of structures destruction.

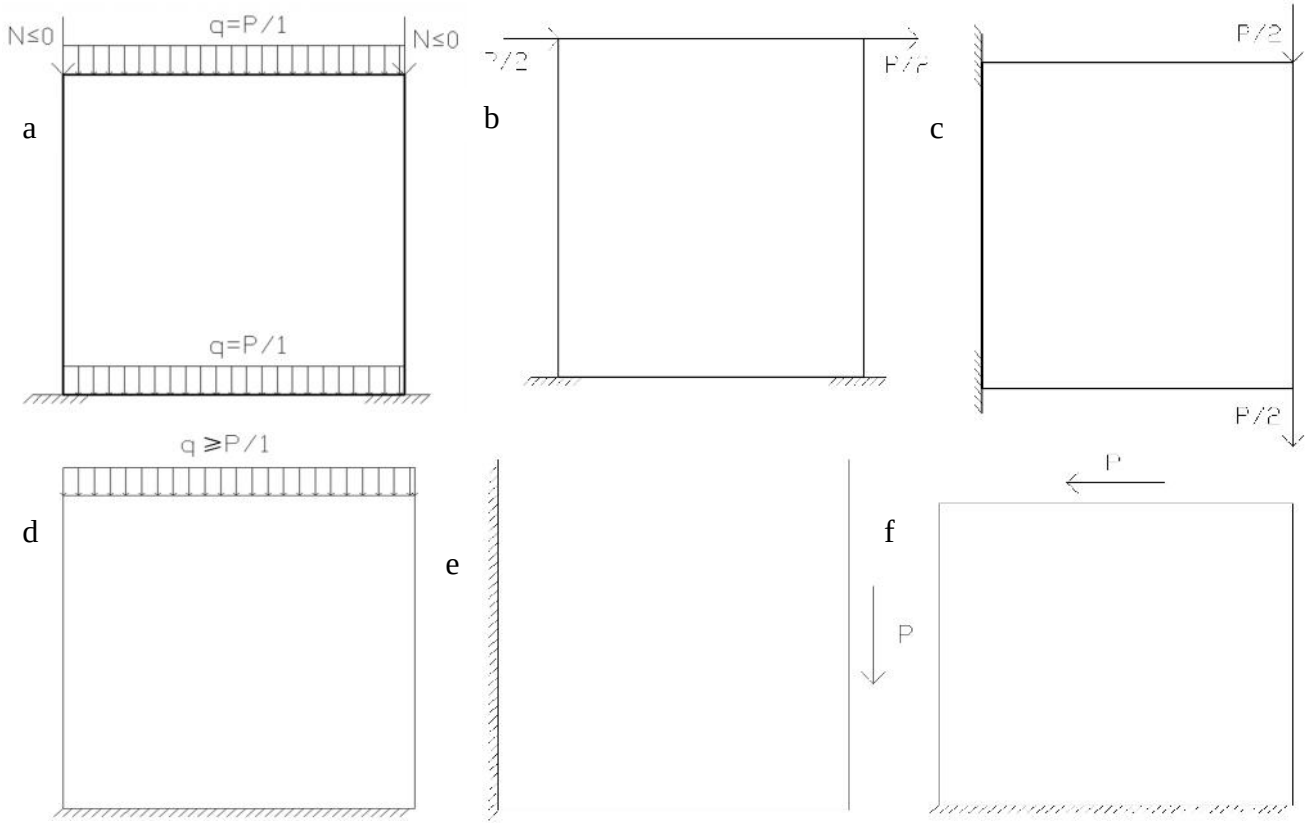


Fig. 1 Calculation schemes of elementary cell of a frame and elementary site of a flat element with conditionally single overall dimensions a – cell of a frame with vertical static loads; b – cell of a frame with horizontal shear forces of sidesway; c – cell of a frame with vertical shear forces of sidesway; d – site of a flat element with vertical static load; e – site of a flat element with horizontal shear force of sidesway; f – site of a flat element with vertical shear force of sidesway

The accepted conditions and assumptions were as follows:

- shear forces of sidesway in horizontal (seismic) and vertical (SDSB) directions are commensurate (as it was shown by the author's calculations) and are assumed to be the same for convenience (Figure 1,b,c,e,f);
- in all cases, constructions are under vertical static loads (payloads and self-weight structural loads), whose value is assumed to be not less than that of sidesway loads (compressive longitudinal axial efforts and stresses have "-" sign) (Figure 1,a,d);
- to determine stress state resulting from sidesway action, a rigid attachment of frame cell and flat element site is applied on the opposite side of sidesway force action (Figure 1,b,c,e,f). Constructions on the force action side produce a loading effect;
- the efforts summing-up is executed according to the principle of superposition (independent action).

The work method was applied to determine efforts in a statically indeterminate frame under the action of a shear sidesway force (Fig. 1,b,c). Cutting of frame into equal parts along the symmetry axis by imposing equivalent forces is shown in Fig. 2.

System of the work method canonical equations in a matrix form that corresponds with the scheme in Fig. 2 is shown below.

$$\begin{bmatrix} ¢_{11} & ¢_{12} & ¢_{13} \\ ¢_{21} & ¢_{22} & ¢_{23} \\ ¢_{31} & ¢_{32} & ¢_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\Delta_{1p} \\ -\Delta_{2p} \\ -\Delta_{3p} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

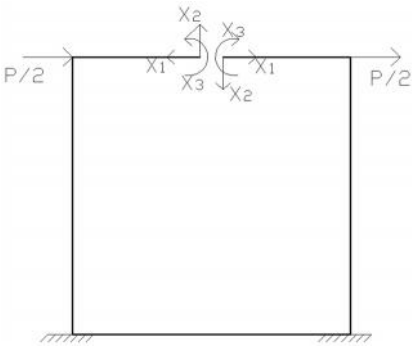


Fig. 2 Cutting of frame into equal parts along the symmetry axis by imposing equivalent orces

Corresponding solution of the system (1) for the scheme in Fig.2 in a matrix form (height and width of the frame cell equal to “1”, rigidity of all elements is the same – EI):

$$\begin{bmatrix} \frac{1}{3EI} & 0 & \frac{1}{EI} \\ 0 & \frac{7}{12EI} & 0 \\ \frac{1}{EI} & 0 & \frac{3}{EI} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{P}{4EI} \\ 0 \end{bmatrix}; \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{3P}{7} \\ 0 \end{bmatrix}. \quad (3)$$

The final effort distribution in the frame according to the scheme in Fig. 2 is shown in Fig. 3.

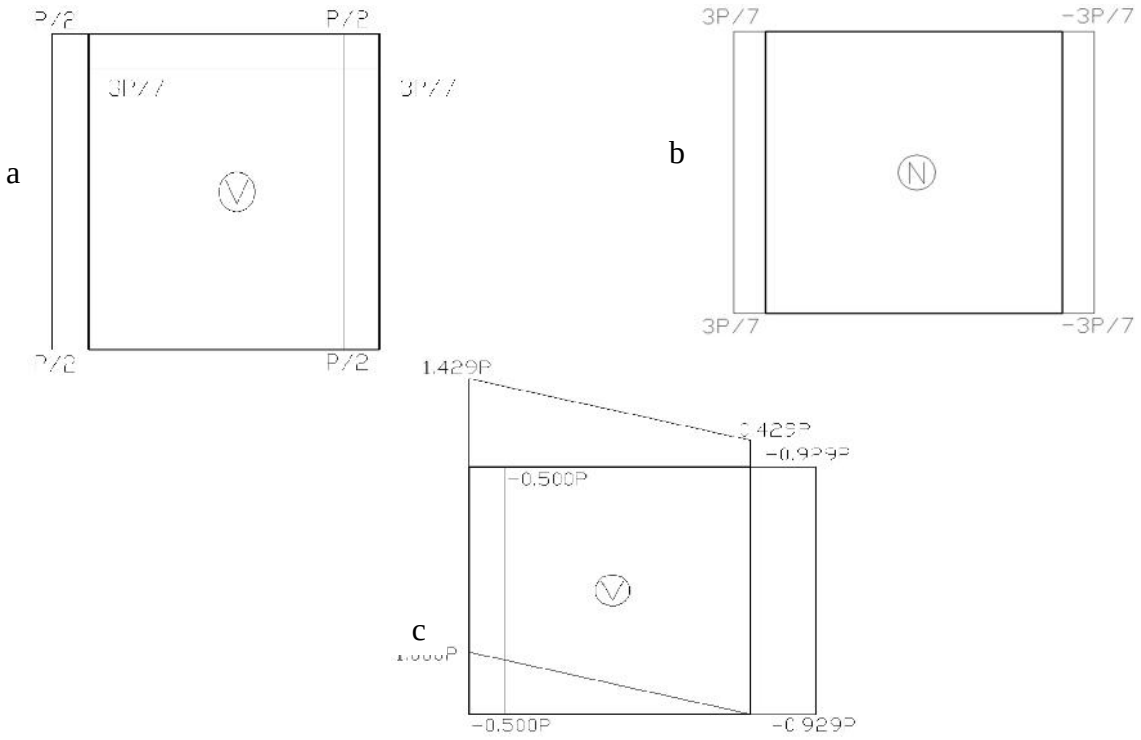


Fig. 3 The final effort distribution in the frame according to the scheme in Fig. 2 a – bending moment curve; b – shear effort curve; c – longitudinal force curve

The effort distribution in the frame with allowance of horizontal sidesway and vertical static loads (efforts summation according to Fig. 1,a and 1,b) is shown in Fig. 4. At the same time the sidesway efforts were taken with sign "-" (the opposite direction of the force P in comparison

with Fig. 1,b.). This is a more adverse variant for the following superposition with the vertical shear sidesway down force. Bending moments in the columns resulting from a distributed force effect q are ignored as for middle columns in multi-span frames.

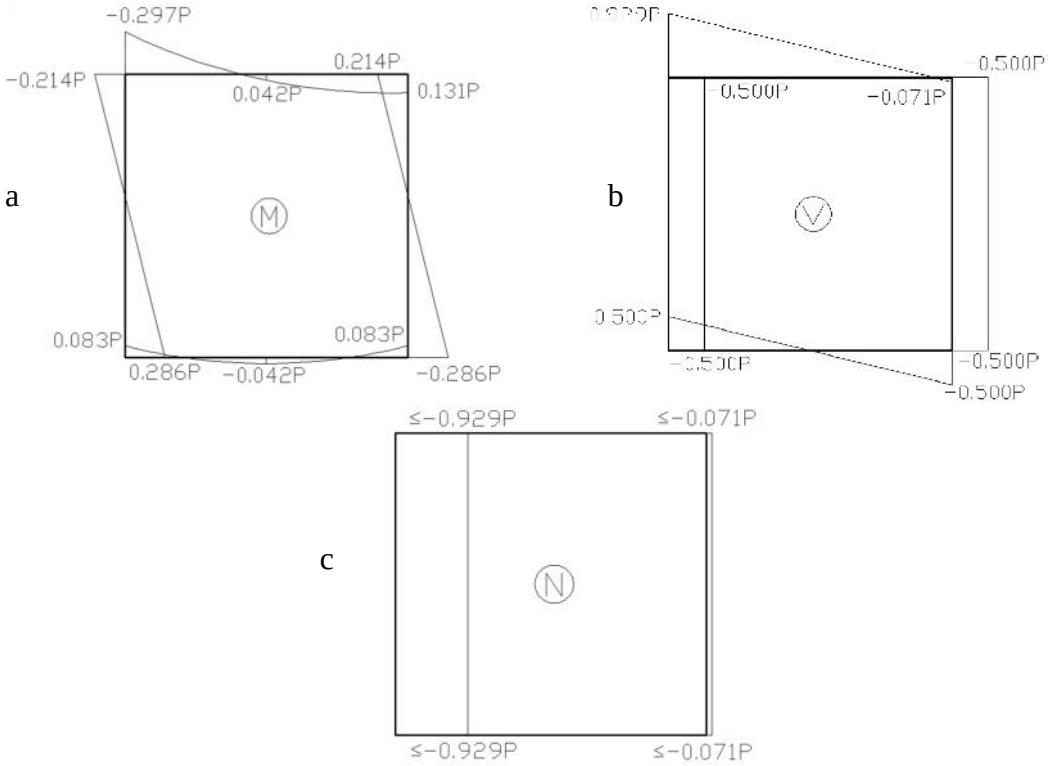


Fig. 4 The effort distribution in the frame with allowance of horizontal sidesway and vertical static loads (efforts summation according to Fig. 1,a and 1,b) a – bending moment curve; b – shear effort curve; c – longitudinal force curve

The total effort distribution in the frame with allowance of horizontal and vertical sideways and also vertical static loads (efforts summation according to Fig. 1,a,b,c) is shown in Fig. 5. As in Fig. 4 horizontal sidesway efforts were taken with sign "-". Bending moments in the columns caused by distributed force q are ignored as for middle columns in multi-span frames.

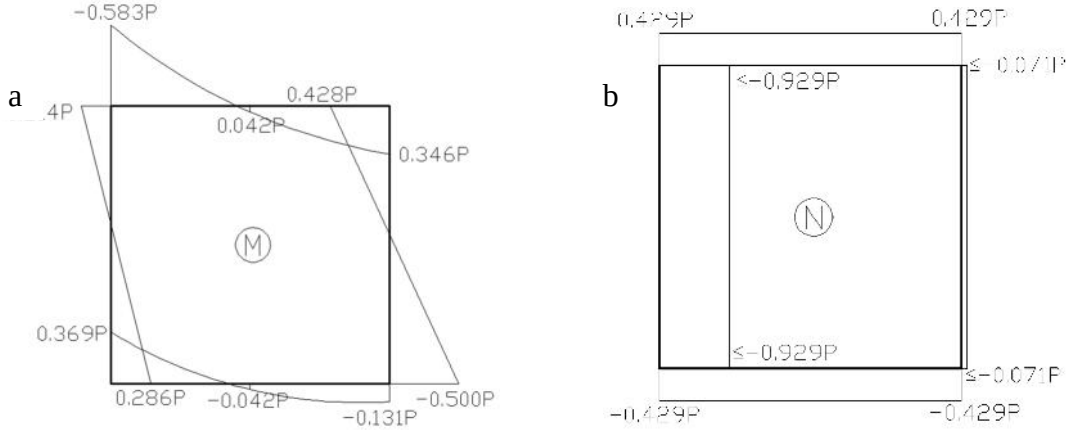


Fig. 5 The total effort distribution in the frame with allowance of horizontal and vertical sideways and also vertical static loads (efforts summation according to Fig. 1,a,b,c)
a – bending moment curve; b – shear effort curve; c – longitudinal force curve

The comparison of the diagrams in Fig. 4 and 5 indicates that an unfavorable combination of shear forces directions in some elements involves a significant efforts increase 1.5…2 times

especially in some most bending parts of frame elements and shear forces. In this case the most expected variants of construction destructions (depending on its features) are: by bending (bending with tension) of the upper beam; by shear force in the upper beam; eccentric compression of the right column.

A similar analysis was performed for the site of a flat element with a single overall dimension under sequential double sidesways action (Fig. 1, d, e, f).

Two efforts group were considered: boundary normal stresses by bending and longitudinal force ($\sigma_{n,b}$); normal σ and tangential τ stresses in the central zone.

The largest modulo boundary normal stresses with the assumption of predominantly elastic material behavior and normal stresses linear diagram amount to (summarized efforts according to schemes on Fig. 1,d and 1,e):

$$\pm_{n,b} \le \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W} = \frac{-P}{1\cdot 1} \pm \frac{P\cdot 1}{1\cdot 1^2/6} = \begin{cases} -7P \\ 5P \end{cases}. \qquad (4)$$

The maximum shear stresses by shear force P for the rectangular section (in the central zone):

$$^2_{xy} = \frac{3V}{2bh} = \frac{3P}{2\cdot 1\cdot 1} = 1.5P. \qquad (5)$$

Corresponding normal stresses in the central zone:

$$\pm_{1,2} \le \frac{\pm_x + \pm_y}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{\left(\pm_x - \pm_y\right)^2 + 4^2_{xy}} = -\frac{P}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{P^2 + 9P^2} = -\frac{P}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{10P^2} \approx \begin{cases} 1.081P \\ -2.081P \end{cases}$$

The angles of normal stresses inclination to the vertical and horizontal axes:

$$tg(\sim_1) = \frac{\pm_1 - \pm_x}{^2_{xy}} = \frac{1.081P}{1.5P} = 0.721 \quad (\sim_1 = 35.8°). \qquad (7)$$

$$tg(\sim_2) = \frac{\pm_2 - \pm_x}{^2_{xy}} = \frac{1.081P}{1.5P} = 1.387 \quad (\sim_2 = -54.2°). \qquad (8)$$

The final results of these calculations are presented in Fig. 6.

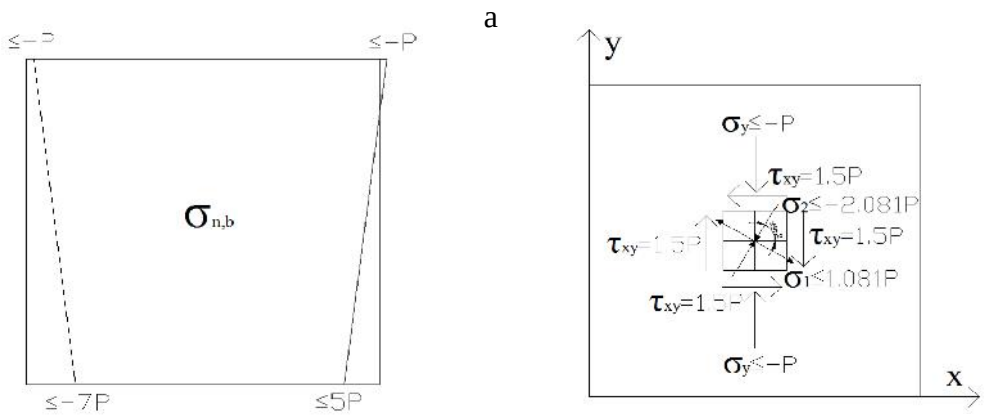


Fig. 6 The final results of stress analysis for the site of a flat element with a single overall dimension under vertical sidesway and vertical static load action a – boundary normal stresses; b – normal stresses in the central zone

The total efforts distribution with additional bending action of vertical sidesway (superposition of schemes on Fig. 1,d, 1,e and 1,f) is considered. As compared to Fig. 6 there are added:

- bending action in the vertical direction in accordance with the formula (4) without the action of the longitudinal force N (boundary normal stresses);

- increase of shear stresses up to $\tau_{xy} = 3P$ (stresses in the central zone), corresponding normal stresses in the central zone:

$$\sigma_{1,2} \le \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} = -\frac{P}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{P^2 + 36P^2} = -\frac{P}{2} \pm \frac{1}{2}\sqrt{37P^2} \approx \begin{cases} 2.541P \\ -3.541P \end{cases}. \quad (9)$$

The angles of normal stresses inclination to the vertical and horizontal axes:

$$tg(\alpha_1) = \frac{\sigma_1 - \sigma_x}{\tau_{xy}} = \frac{2.514P}{3P} = 0.847 \quad (\alpha_1 = 40.3°). \quad (10)$$

$$tg(\alpha_2) = \frac{\sigma_2 - \sigma_x}{\tau_{xy}} = \frac{-3.541P}{3P} = -1.180 \quad (\alpha_2 = -49.7°). \quad (11)$$

The final results of these calculations are presented in Fig. 7.

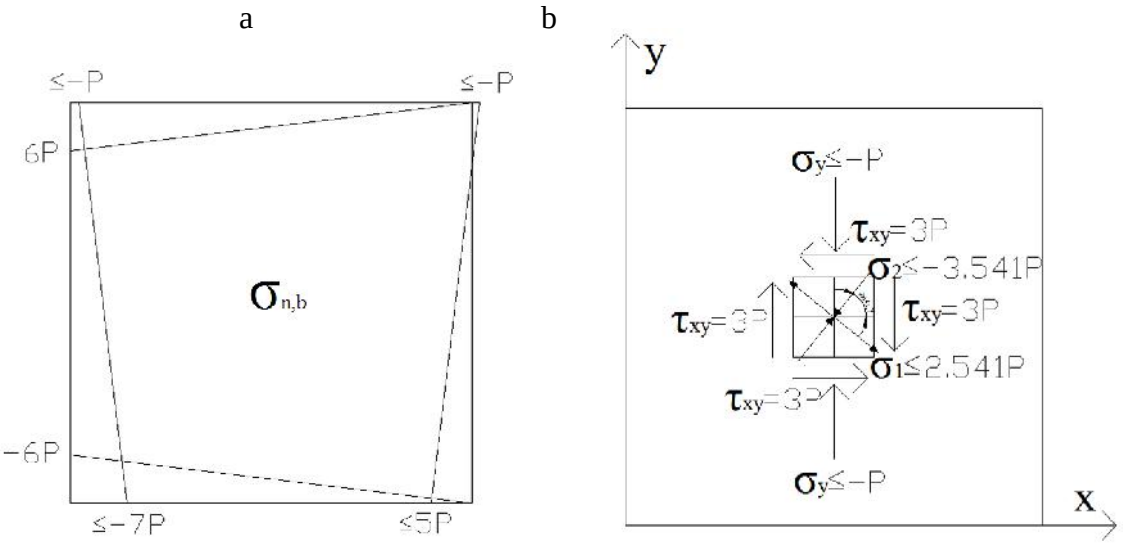


Fig. 7 The final results of stress analysis for the site of a flat element with a single overall dimension under sequential double sidesways and also vertical static load action
a – boundary normal stresses; b – normal stresses in the central zone

The comparison of the efforts in Fig. 6 and 7 indicates that an unfavorable combination of shear sidesway forces directions involves the occurrence of:

- additional boundary normal stresses by bending action in the vertical direction;
- increase of shear stresses up to 2 times;
- increase of normal stresses in the central zone, approximately 2 times.

In this case the most expected variants of construction destructions (depending on its features) are: by normal compression stresses in the boundary or central zones, which, as a rule, exceed modulo of normal tension stresses; by normal tension stresses in the boundary or central zones (for a material with low tension strength); by shear stresses in the central zone.

Conclusions and recommendations

1. Occurrence of substantial differential settlements of base creates danger of vertical and horizontal sidesways sequential combination in structural system areas as a result of a possible horizontal seismic effect.

2. Vertical and horizontal sidesways sequential combination creates significant efforts increase in particular constructions elements and zones up to 2 times (in comparison with only horizontal seismic action) when combination of shear sidesway forces is adverse. This effect

considerably lowers seismic stability (ultimate seismic loads) of constructive system through raised overload and damages of the most strained construction zones.

3. Consideration of potential consistent (sequential) action of substantial differential settlements of base and seismic loads on construction system seismic stability and designing of corresponding protection are very important.

Bibliography

1. Korchinskij, I.L. (Eds.). (1971). Sejsmostojkoe stroitel'stvo zdanij: ucheb. posobie dlja vuzov [Antiseismic construction of buildings: tutorial for institute of higher education]. Moscow : Vyssh. shkola. [in Russian].

2. Poljakov, S.V. (1983). Aseismic constructions of buildings: tutorial for institute of higher education. Moscow, Russia : Vyssh. shkola. [in Russian].

3. Posobie po proektirovaniju karkasnyh promzdanij dlja stroitel'stva v sejsmicheskih rajonah (k СНиП II-7-81) [Manual for the design of frame industrial buildings for construction in seismic areas (for СНиП II-7-81)]. (1985). Approved from 28th February 1983. Moscow, Russia : TsNIIPromzdany. [in Russian].

4. Budivnytstvo u seismichnykh raionakh Ukrainy [Construction in seismic regions of Ukraine]. (2014). DBN V.1.1-12:2014 from 1st October 2014. Kyiv: Minrehion Ukrainy [in Ukrainian].

5. Stroitel’stvo v sejsmicheskih rajonah [Construction in seismic regions]. (2011). СП 14.13330.2011 – actualized version of СНиП II-7-81* from 20th May 2011. Moscow: Mynrehyon Rossyy [in Russian].

6. EN 1998-1: 2004 Eurocode 8. Design of structures for earthquake resistance. Part 1. General rules, seismic actions and rules for building /cen/European Committee for Standardization. – Brussels.

ჩამდინარე წყლის სრული ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლებლობა “საუკეთესო ხელსაყრელი ტექნოლოგიების“ ბაზაზე

ლ. კლიმიაშვილი, დ. გურგენიძე, ნ. ნებიერიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *განხილულია ჩამდინარე წყლების სრული ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლებლობა თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნოლოგიური პროგრესის დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ ბაზაზე. შესაბამისად წარმოდგენილია შესაძლო ენერგოეფექტური ტექნოლოგიური სქემები მდგენი ნაგებობების რეკომენდებული კომპლექსებით, რომლებიც ნორმატიული მოთხოვნის ფარგლებში უზრუნველყოფს ჩამდინარე წყლის გაუვნებელყოფის სათანადო ხარისხს.*

საკვანძო სიტყვები: ჩამდინარე წყლის სრული ბიოლოგიური გაწმენდა, „საუკეთესო ხელსაყრელი ტექნოლოგია”, ენერგოეფექტური ტექნოლოგიური სქემა.

1. შესავალი

ჩამდინარე წყლების დასაპროექტებელ გამწმენდ ნაგებობებში თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნოლოგიურ დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელსაყრელი ტექნოლოგიების“ გამოყენება რთულად რეალიზებადი საინჟინრო ამოცანაა, რომლის გადაწყვეტა უნდა განხორციელდეს ენერგოეფექტურობის მოხოვნების გათვალისწინებით.

აღსანიშნავია, რომ ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების დაპროექტება ბუნებრივი წყლების გამწმენდი ნაგებობების დაპროექტებასთან შედარებით რთულ ხასიათს იძენს. აღნიშნული სირთულე განპირობებულია ჩამდინარე წყლებში არსებული სხვადასხვა შემადგენილობისა და შემდგენი ინგრედიენტების მრავალფეროვნებით, რომელთა გაუვნებელყოფა მოქმედი სტანდარტების მიხედვით (ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების ფარგლებში) აუცილებელია, სანამ მოხდებოდეს მათი ჩაშვება წყალსატევებში. ამასთან თუ გავითვალისწინებთ, რომ სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო სახის ჩამდინარე წყლები მეტ-ნაკლებად შესწავლილია, ვიდრე სამრეწველო ჩამდინარე წყლები (რადგან სარეწველო ჩამდინარე წყლები შემადგენლობის მიხედვით რთული კომპონენტების, ხოლო გამწმენდი ნაგებობები რთული კომპლექსებისაგან შედგება), ამიტომ ქმედით აქტუალობას იძენს თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნოლოგიურ დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელსაყრელი ტექნოლოგიების“ გამოყენება საკვლევ პრობლემაში [1].

2. ძირითადი ნაწილი

მიზნის მისაღწევად, ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების დამპროექტებელმა შესაბამისი საპროექტო გადაწყვეტილებების მიღების შემოქმედებით პროცესში უნდა გაითვალისწინოს მოქმედების მექანიზმების მიხედვით რიგი ურთიერთგამომრიცხავი კრიტერიუმი, კერძოდ:

1. გაწმენდის ხვედრითი კაპიტალური დანახარჯები, ლარი/მ^3

2. ერთეულ მწარმოებლობაზე გამწმენდი ნაგებობების მიერ დაკავებული ხვედრითი ფართობი, $მ^2/მ^3$
3. ხვედრითი დადგენილი სიმძლავრე, კვტ.სთ/$მ^3$
4. ხვედრითი რესურს-და ენერგომოხმარება, გ/$მ^3$ (რეაგენტი) და კვტ.სთ/$მ^3$ (ენერგომოხმარება)
5. გაწმენდილი წყლის თვითღირებულება, ლარი/$მ^3$
6. ხვედრითი საექსპლუატაციო დანახარჯები, ლარი/$მ^3$.

ენერგოეფექტურობის მისაღები დონე დაპროექტების სტადიაზე, რომელსაც მოითხოვს შემკვეთი, უნდა შეესაბამებოდეს აღნიშნული კრიტერიუმების გარკვეულ მნიშვნელობებს. სრულებითაც არ არის შეუძლებელი, რომ გამწმენდი ნაგებობები, რომლებიც მოიხმარენ მცირე ელექტროენერგიას ვერ უზრუნველყოფენ გაწმენდის სათანადო ხარისხს, ან კიდევ, ის ნაგებობები რომლებიც მოიხმარენ ბევრ ელექტროენერგიას შეძლებენ ძალიან კარგად გაწმინდონ წყალი. აქედან აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების დაპროექტება უმეტესწილად გარკვეული საინჟინრო ხასიათის შემოქმედებითი ხელოვნებაა, ამიტომ ენერგოეფექტურობის მიღწევის წინასწარ მოცემული მკაცრი რეგლამენტებული წესები არ არსებობს. ამასთან დაკავშირებით ისიც გასათვალისწინებელია, რომ გამწმენდი ნაგებობების დაპროექტების პროცესში გარდა აღნიშნული ენერგოეფექტურობის მახასიათებელი კრიტერიუმებისა დაპროექტების პროცესში კომპლექსში ჩართულ უნდა იქნას როგორც ჩამდინარე წყლების შემადგენლობა, ასევე მათი უთანაბრო მოდინების რეჟიმი. როგორც ცნობილია სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების მოდინების უთანაბრობის კოეფიციენტის სიდიდე შეიძლება აღებულ იქნას K=1,4-ის ტოლი [1]. ასეთ პირობებში მიიჩნევენ, რომ დასაპროექტებული გამწმედი ნაგებობები იფუნქციონირებენ ეფექტურად.

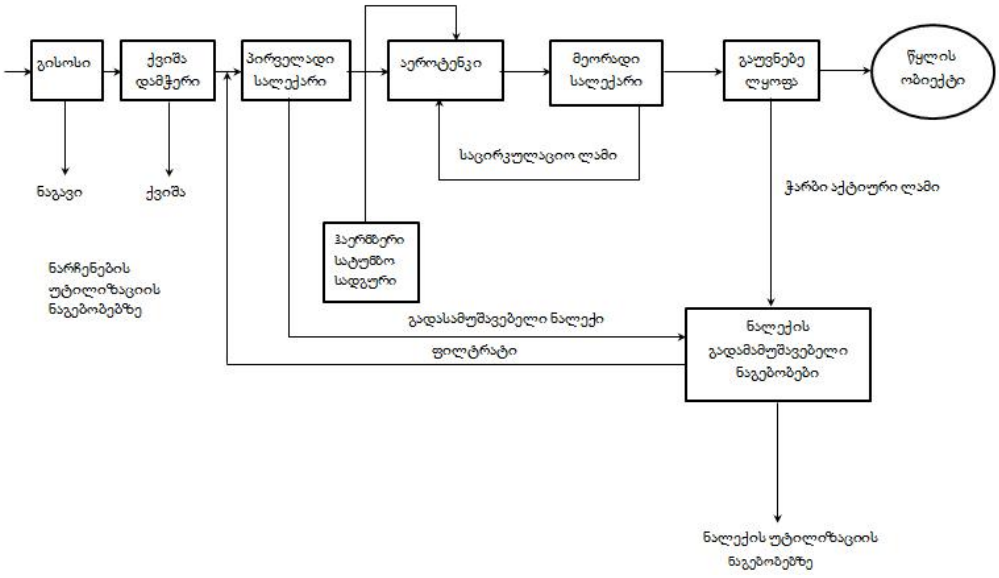
დღეისათვის ქვეყანაში მოქმედებს ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ხარისხის უზრუნველყოფისა და მათ წყალსატევებში ჩაშვებაზე მკაცრი რეგლამენტებული ნორმები, განსაზღვრული ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების მფარგლებში, რომელიც შეესაბამება თევზსამეურნეო დანიშნულების წყალსატევებს. მაგრამ ისიც ნიშანდობლივია, რომ არსებული ეკონომიკური და ტექნოლოგიური მდგომარეობა ყოველთვის ამის განუხრელი დაცვის საშუალებას ვერ იძლევა.

საყურადღებოა განვიხილოთ მცირე დასახლებული ადგილების (5-10 ათ. მ3/დღ. ღამეში ხარჯი), საშუალო ქალაქების (80-მდე ათ. მ3/დღ. ღამეში ხარჯი) და დიდი ქალაქების (80 და მეტი ათ. მ3/დღ. ღამეში ხარჯი) ჩამდინარე წყლების გაწმენდის შედეგები, რომელიც მიღწეულ იყო საზღვარგარეთის პრაქტიკაში (რუსეთი) რეალურად მოქმედ სადგურებში და ხასიათდებიან საექსპლუატაციო ფუნქციონირების საკმაოდ მაღალი ენერგოეფექტურობით. ჩამდინარე წყლების გაწმენდის შედეგები რეალურად მოქმედი საზღვარგარეთის (რუსეთი) ენერგოეფექტური სადგურების მიხედვით (ცხრ.1):

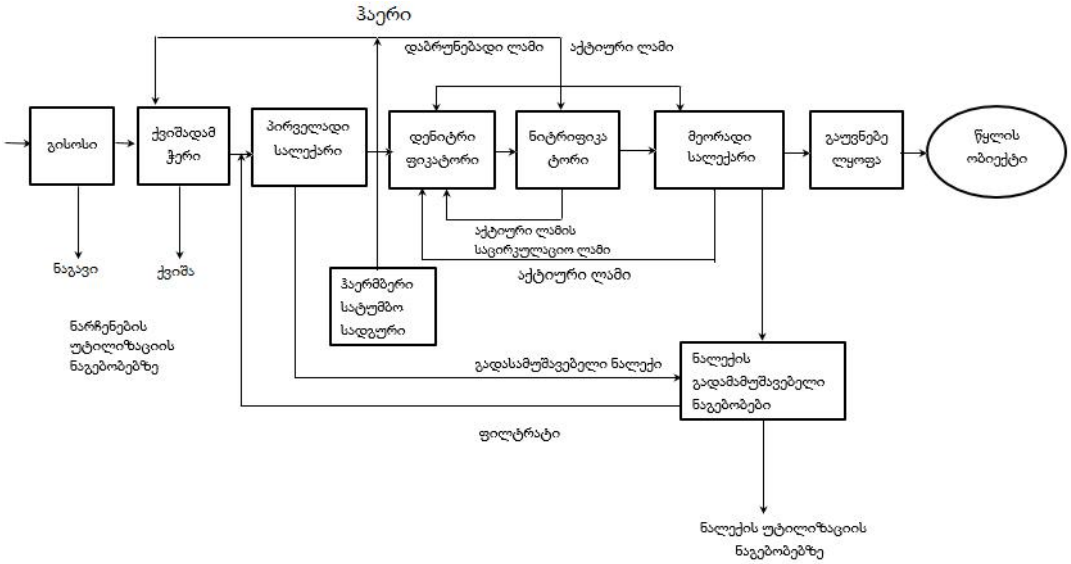
ჩამდინარე წყლების შემადგენლობის მაჩვენებლები, მგ/დმ³	დასახლების ტიპი					
	მცირე დასახლებები		საშუალო ქალაქები		დიდი ქალაქები	
	საკანალიზაციო გამწმენდი ნაგებობა		საკანალიზაციო გამწმენდი ნაგებობა		საკანალიზაციო გამწმენდი ნაგებობა	
	გაწმენდამდე	გაწმენდის შემდეგ	გაწმენდამდე	გაწმენდის შემდეგ	გაწმენდამდე	გაწმენდის შემდეგ
შეწონილი ნაწილაკები	250-300	12-20	200	10-15	250	3-8
ჯქმსრული	250-300	15-20	250	5-15	250	3-7

ამონიუმის აზოტი	40-მდე	5-7	30	1-2	30	0,39
ნიტრიტული აზოტი	-	-	0,1	-	0,5-მდე	0,1
ნიტრატული აზოტი	10-მდე	15	5,0	12-15	6-მდე	9,1
ფოსფორი (P)	2-4	1-2	3,0	1-2	15-მდე	0,2-1,0
ნავთობპროდუქ-ტები	4	1	4,7	0,5	4	0,05-0,50
ზან-ზედ.აქტ.ნივ	-	1	4	0,8	4	0,2
მინეალიზაცია	-	-	1000	1000	1000	1000
ქლორიდები	-	-	300	300	300	300
სულფატები	-	-	100	100	100	100
ქრომი სამვალენ.	-	-	0,5	0,30	0,5	0,3
ნიკელი	-	-	0,25	0,1	0,25	0,10
სპილენძი	-	-	0,1	0,05	0,1	0,05
ცინკი	-	-	0,3	0,20	0,3	0,20
ტყვია	-	-	0,05	0,03	0,05	0,01

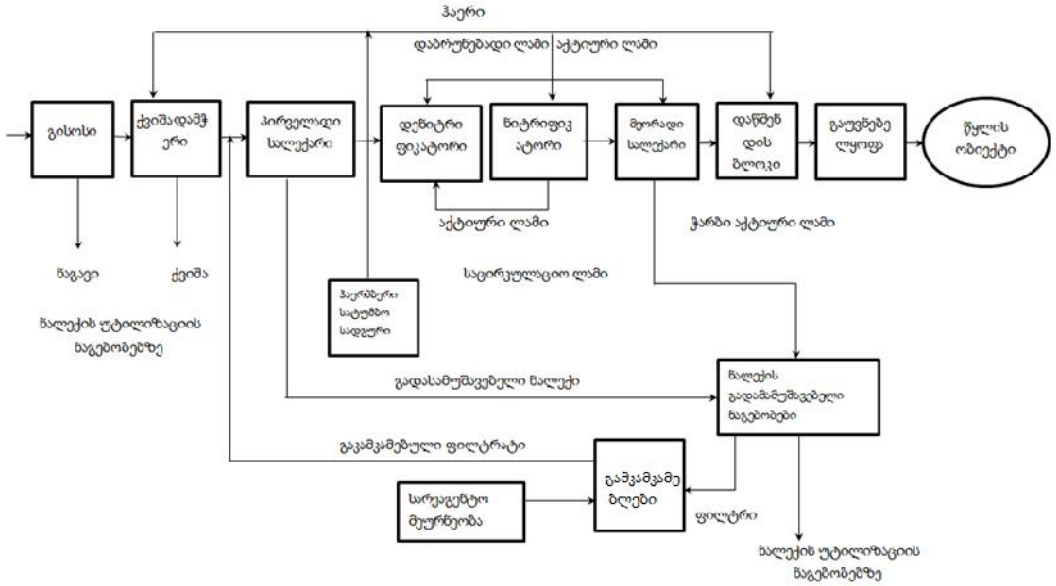
შესაბამისად ზემოთ მოყვანილი სამივე ტიპის დასახლებებისთვის ნახ.1,2,3-ზე წარმოდგენილია ჩამდინარე წყლების სრული ბიოლოგიური გაწმენდის პრინციპული ტექნოლოგიური სქემები მდგენი ნაგებობების კომპლექსებით, რომლებიც ნორმების შესაბამისად უზრუნველყოფენ გაწმენდის მაღალ ხარისხს, ფუნქციონირებენ თანამედროვე „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექმოლოგიების“ შესაბამისად და ხასიათდებიან მაღალი ენერგოეფექტურობით:



ნახ.1. მცირე დასახელების საკანალიზაციო გამწმენდი ნაგებობების ტექნოლოგიური სქემა



ნახ.2. საშუალო ქალაქების საკანალიზაციო გამწმენდი ნაგებობების ტექნოლოგიური სქემა



ნახ. 3 . დიდი ქალაქების საკანალიზაციო გამწმენდი ნაგებობების ტექნოლოგიური სქემა

აღსანიშნავია, რომ ნახ.1,2,3-ზე მოყვანილი ენერგოეფექტური ტექნოლოგიური სქემები შეიძლება განხორციელდეს სხვადასხვა ნაგებობების ტიპიური კომპლექსების შესაბამისად, კერძოდ [1]:

1. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი რადიალური სალექრები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მეორადი რადიალური სალერები, გაუვნებელყოფის ბლოკი. 2. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი ჰორიზონტალური სალექრები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მეორადი რადიალური სალერები, გაუვნებელყოფის ბლოკი.
3. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი ჰორიზონტალური სალექრები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მეორადი რადიალური სალერები, დაწმენდის ბლოკი, გაუვნებელყოფის ბლოკი.

4. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი რადიალური სალექრები, აეროტენკები ნიტრიფიკაცია-დენიტრიფიკაციით, მეორადი რადიალური სალერები, გაუვნებელყოფის ბლოკი.
5. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი რადიალური სალექრები, აეროტენკები ნიტრიფიკაცია-დენიტრიფიკაციით, მეორადი რადიალური სალერები, გაუვნებელყოფის ბლოკი.
6. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი ჰორიზონტალური სალექრები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მეორადი რადიალური სალერები, დაწმენდის ბლოკი, გაუვნებელყოფის ბლოკი.
7. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი რადიალური სალექრები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მემბრანული ბიორეაქტორი, გაუვნებელყოფის ბლოკი.
8. მექანიკური გაწმენდა, პირველადი ჰორიზონტალური სალექრები, აეროტენკები სრული ჟანგვით, მემბრანული ბიორეაქტორი, გაუვნებელყოფის ბლოკი.

ცნობილია, რომ გამწმენდი ნაგებობების კომპლექსში აეროტენკები ელექტროენერგიის ტევადი - 47% მომხმარებლებია, აგრეთვე მათზე მოდის დანახარჯების -26 %, ხოლო ტერიტორიულ განთავსებაზე-54%, ამიტომ აეროტენკების დაპროექტებას უნდა დაეთმოს განსაკუთრებული ყურადღება, როგორც ენერგოეფექტურობის გაუმჯობესების შესაძლო რეზერვს [1].
აღსანიშნავია აგრეთვე რიგი მახასიათებლებისა, რომლებსაც გამწმენდი ნაგებობების დაპროექტების პროცესში ჯეროვანი ყურადღება უნდა გაეწიოს, კერძოდ: კომპლექსის მდგენი ნაგეობობების ტერიტორიული განთავსება, ნაგებობების ენერგოდანახარჯები და ავტომატიზაციის აღჭურვის დონე (რომელიც უშუალოდ დაკავშირებულია ენერგოეფექტურობის მახასიათებლების დადგენასთან), ეკოლოგიური გარემოს უზრუნველყოფა, სამონტაჟო-აღდგენითი სამუშაობის წარმოების ორგანიზაცია და საიმედოობა და ა.შ

3. დასკვნა

განხილულია ჩამდინარე წყლების სრული ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლებლობა თანამედროვე მეცნიერულ-ტექნოლოგიური პროგრესის დონეზე შემუშავებული „საუკეთესო ხელმისაწვდომი ტექნოლოგიების“ ბაზაზე. შესაბამისად წარმოდგენილია შესაძლო ენერგოეფექტური ტექნოლოგიური სქემები მდგენი ნაგებობების რეკომენდებული კომპლექსებით, რომლებიც ნორმატიული მოთხოვნის ფარგლებში უზრუნველყოფს ჩამდინარე წყლის გაუვნებელყოფის სათანადო ხარისხს.

ლიტერატურა

1. ლ. კლიმიაშვილი, ნ. ნებიერიძე. ქალაქებისა და დასახლებული ადგილების ჩამდინარე-საყოფაცხოვრებო წყლების მექანიკური და ბიოლოგიური გაწმენდის შესაძლო პრინციპული სქემის შესახებ ქ. თბილისი, სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ № 3(42), 2016

პრესტიჟულობიდან, ურბანულ დეგრადაციამდე ქ. თბილისის ვაკისა და ვერის რაიონების განაშენიანების განვითარების პრობლემები.

თ. მახარაშვილი, გ. მახარაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *ნაშრომში განხილულია ქ. თბილისის ვაკისა და ვერის რაიონებისა მთელ რიგ უბნებში, გასულ 25 წლის მანძილზე შექმნილი ურთულესი ურბანულ-ეკოლოგიური პრობლემები. მოცემულია ვაკის კვარტალების განახლება-რეაბილიტაციის საპროექტო წინადადებები.*
საკვანძო სიტყვები: *ურბანული პრობლემები, სატრანსპორტო ქსელი, წინასაპროექტო კვლევა, განახლება, რეაბილიტაცია.*

1. შესავალი

თბილისის ურბანული განვითარების პრობლემები, მისი სტრუქტურის ყველა დონეზე, ძალზე რთული და მწვავეა. ამჯერად ჩვენ განვიხილავთ დედაქალაქის პოსტსაბჭოთა განვითარების 25 წლიან პერიოდს, რამდენიმე ყველაზე მნიშვნელოვანი პრობლემების მაგალითზე.

1991 წელს დამოუკიდებლობის აღდგენასთან ერთად შეიცვალა ქვეყნის პოლიტიკური და სოციალუ- ეკონომიკური ვექტორი, დაიწყო საბაზრო ურთიერთობებზე გადასვლის მტკივნეული პროცესი, რომელიც შექმნილი პრობლემების გამო (სამოქალაქო ომი, შიდააშლილობა, სამაჩაბლოსა და აფხაზეთის კონფლიქტები) რთულად და ქაოტურად მიმდინარეობდა. 1995-97 წლებიდან დაიწყო მშენებლობის გამოცოცხლება, ამუშავდნენ საპროექტო და სამშენებლო ფირმები, გაიზარდა სამშენებლო მასალების წარმოება და იმპორტი, მაგრამ უკანონობის, კორუფციის და საკანონმდებლო ნორმატიული ბაზის არარსებობის პირობებში, მრავალი გამოუსწორებელი შეცდომა მოხდა. აქედან დაწყებული უარყოფითი ტენდენციები შემდეგ წლებშიც გაგრძელდა და სამწუხაროდ დღესაც გრძელდება.

2. ძირითადი ნაწილი

განვლილი ათწლეულების მანძილზე მშენებელ-დეველოპერებისაგან განსაკუთრებით დაზარალდნენ თბილისის ე.წ. „პრესტიჟული“ რაიონები: ვაკე, ვერა, საბურთალოს ცენტრი და ა.შ. აქ ბინების მაღალმა ფასმა განაპირობა მშენებლობები ყოველგვარი არსებული ნორმებისა და კანონების დარღვერვით. ბაღ-პარკების და რეკრეაციულ ტერიტორიებზე მწვანე, მრავალწლოვანი ნარგავების განადგურებით, საცხოვრებელი კვარტალის ეზოებში მაღალსართულიანი შენობების „ჩადგმით“, განაშენიანების სიმჭიდროვის უპრეცედენტო გაზრდით და ა.შ.

ასეთი, შეიძლება ითქვას, არქიტექტურულ-გეგმარებითი დეგრადაციის მაგალითები ბევრია, მაგრამ მხოლოდ რამდენიმეზე შევჩერდებით:

სწრაფი ტემპით და სრულად მიუღებელი დაგეგმარების პრინციპებით მიმდინარეობდა ვაკეში, მზიურის მიმდებარე ტერიტორიის ათვისება მდინარე ვერესაკენ დაქანებულ ფერდობებზე, რომლებიც არამდგრად, მცოცავი გრუნტების კატეგორიას მიეკუთვნება, დღესდღეობით უკვე აშენდა

ათეულობით მაღალსართულიანი საცხოვრებელი სახლი, რის შედეგადაც მოხდა დასვენების შესანიშნავი კერის, მზიურის ტერიტორიის ცენტრალური ნაწილის ექსპანსია. განაშენიანების ქაოტურობის, მაღალი სიმჭიროვის, ღია სივცეების სიმცირის გამო, უბანი კატასტროფულად დაიტვირთა, როგორც ადგილობრივი მობინადრეების, აგრევე სტუმრად მოსულთა ავტომობილებით. შედეგად მივიღეთ ხმაურითა და გამონაბოლქვით გაჯერებული უბანი, სადაც ბევრი ბინა ინსოლაციის გარეშე დარჩა.

ცალკე ანალიზის თემაა აღნიშნული განაშენიანების არქიტექტურულ-სივრცობრივი და მხატვრული საკითხები. როგორც მზიურის შემთხვევაში, ასევე შემდგომ განხილულ მაგალითებისათვისაც საჭირო იყო განსაზღვრულიყო მიწის ფონდის დიფერენცირებული ბალანსი, შესრულებულიყო საკადასტრო და საინჟირო გეოლოგიური სამუშაოები, განსაზღვრულიყო განაშენიანებისათვის ვარგისიანი ტერიტორიები, მიმდებარე ტერიტორიების განაშენიანების სტრუქტურა, სიმჭიდროვე, სართულიანობა. გათვალისწინებულიყო რეკრეაციული სივრცეები, ავტომობილების მოძრაობის მიმართულებები და პარკირების პრინციპები, შესრულებულიყო მრავალი სხვა წინასაპროექტო მოსამზადებელი სამუშაოები. ამის შემდეგ შასაძლებელი იყო განაშენიანების გენერალური გეგმის დამუშავება.

თბილისის ვაკის რაიონის დიდი ნაწილი ბოლო 20 წლის მანძილზე აღმოჩნდა ურბანული დეგრადაციის ზღვარზე. ვაკის ტერიტორია გასული საუკუნის 50-იანი წლების დასაწყისისათვის ფაქტიურად დაუსახლებელი იყო. ქალაქის 1954 წლის გენგეგმის მიხედვით დაიწყო მთავარი, ჭავჭავაძის გამზირისა და მისი პარალელური ფალიასვილისა და ბარნოვის (ამჟამად აბაშიძის) ქუჩების გაყვანა, ხოლო შემდგომ ეტაპზე, ამ ქუჩებს შორის ტერიტორიებზე დაიწყო კვარტალური საცხოვრებელი განაშენიანების მშენებლობები. თითეული კვარტალი წარმოადგენს ვრცელ შიდაეზოებიან (დაახლოებით 1500 კვ/მ ფართი) თავის დროზე საკმაოდ კარგად გამწვანებულ სივრცეს, რომელიც გათვალისწინებული იყო ადგილობრივ მცხოვრებთა დასვენებისათვის. მთლიანობაში აღნიშნული კვარტალები შიდა ეზოებით, წარმოადგენდა ერთიან განაშენიანებულ და კარგად გამწვანებულ სტრუქტურას, რომელიც ებჯინება ვაკის პარკის დიდ რეკრეაციულ ზონას. ამრიგად უკვე გასული საუკინის 70-იანი წლებისათვის შეიქმნა საცხოვრებლად კომფორტული, შემდგომში კი „პრესტიჟულად“ წოდებული ვაკის რაიონი.

ჯერ კიდევ საბჭოთა პერიოდში ე.წ. „პრესტიჟულ“ ვაკის რაიონში ცდილობდნენ დასახლებულიყვნენ ნომენკლატურული თანამდებობის პირები, ინტელიგენციის წარმომადგენლები, სხვადასხვა გზით გამდიდრებული ადამიანები.

ვაკემ, ვერამ და ქალაქის რიგმა რაიონებმა უკანასკნელ პერიოდამდე შეინარჩუნეს ე.წ. პრესტიჟულობა, რამაც გავლენა იქონია პოსტსაბჭოთა პერიოდში დეველოპერთა არჩევანზე, რადგან აქ უძრავ ქონებაზე ყველაზე მაღალი ფასები იყო: ამიტომაც დაწყებული 1997 წლიდან დღემდე ამ რაიონებში გაგრძელდა ყველაზე მასშტაბური სამუშაოები. თავისუფალი ტერიტორიების არარსებობის პირობებში, საკანონმდებლო ბაზის არასრულყოფისა და გენგეგმის არქონის გამო, ინვესტორები უხეშად არევიან ჩამოყალიბებულ ურბანულ-რეკრეაციულ გარემოში, ამის კიდევ ერთი დადსტურებაა ფალიაშვილის და აბაშიძის ქუჩებს შორის არსებულ,

კარგადგამწვანებულ საცხოვრებელ კვარტალებში შეჭრის არაერთი მაგალითი. აქ არსებული მწვანე რეკრეაციული სივრცის ხელყოფა ჯერ კიდევ საბჭოთა პერიოდიდან დაიწყო, კვარტალების შიდა ნაწილში აშენდა საცხოვრებელი სახლები, მარამ პოსტსაბჭოთას პერიოდში ამ პროცესმა ბავრად უფრო მასშტაბური, ქაოტური და აგრესიული ხასიათი მიიღო.

ჩვენს მიერ ჩატარებულ იქნა რამდენიმე კვარტალის შიგა სივრცეების წინასაპროექტო კვლევა იმ მოზნით, რომ დამუშავებულიყო მათი განახლება რეაბილიტაციის საპროექტო წინადადებები.

წინასაპროექტო კვლევა ითვალისწინებდა ეზოებში არსებული ნაგებობების შესაბამისობის დადგენას ტოპომასალებთან, ვიზუალურ შესწავლას, ფოტოფიქსაციასა და ა.შ. შემდეგ ეტაპზე მოხდა აქ არსებული ნაგებობების, ავტოფარეხების, ფარდულების,მწვანე ნარგევებისა და ა.შ. ნუსხის შედგენა.

კვლევების შედეგად დადგინდა, რომ კვარტლების შიდა სივრცეები გაივსო უსახური ავტოფარეხებით და ავტოსადგომებით, სხვადასხვა დანიშნულების შენობებით (სკოლა, საბავშვო ბაღი, ოფისი), ახალი მაღალსართულიანი საცხოვრებელი სახლებით, ერთბინიანი 2-3 სართულიანი კოტეჯებით და ა.შ. აღნიშნული ნაგებობებით გაჯერებულ ამ სივრცეებს ემატება ტერიტორიის კიდევ უფრო დანაწევრება ამ ნაგებობების ირგვლივ ტერიტორიების შემოღობვით და მიტაცებით. დადგინდა, რომ ჯერ კიდევ 60 წლის წინათ არსებული ნარგევებიდან შემორჩენილია მხოლოდ 25-30 %.

კვლევის შემდგომ ეტაპზე შედგენილი იქნა იმ ნაგებობების ნუსხა, რომლებიც უნდა დაინგრეს, ესენია: ავტოფარეხები, ფარდულები, არაკაპიტალური 1-2 სართულიანი შენობები და ღობეები. ეზოებში არსებული კაპიტალური საცხოვრებელი სახლები, კერძო სკოლები, საბავშვო ბაღები, ამ ეტაპზე უნდა შენარჩუნდეს, მაგრამ განთავისუფლდეს მინაშენებისა და ღობეებისაგან.

ამგვარად, ჩანს შიდაკვადრატული ეზოების თუნდაც ნაწილობრივი განთავისუფლების შედეგად საგრძნობლად გაიზარდა გამწვანებისა და კეთილმოწყობისათვის განკუთვნილი ტერიტორიის საერთო ფართი და შეადგინა დაახლოებით 1100-1200 კვ/მ.

შესრულებული საპროექტო წინადადება ითვალისწინებს კვარტალის მცხოვრებთა ავტომობილებისათვის, თანამედროვე კომპიუტერული პროგრამებით მართული, მიწისქვეშა და მიწისზედა კარკასული ავტოსადგომების განთავსებას, რომლებიც წარმატებით ფუნქციონირებენ განვითარებულ ქვეყნებში.

შემდეგ ეტაპზე დაგეგმარდა სხვადასხვა ასაკობრივი ჯგუფების მაცხოვრებელთათვის განკუთვნილი შიდაკვარტალური კეთილმოწყობილი და გამწვანებული ეზო. პროექტის მიხედვით სრულედ შენარჩუნდება მრავალწლიანი ხე-მცენარეები, დაირგვება დეკორატიული, ფორმირებადი, მარადმწვანე ბუჩქები, მოეწყობა წყლის სარკე შადრევნით, სპორტული მოედანი, ალპური გორაკი ჩანჩქერით, აგრეთვე ზონებს შორის დამაკავშირებალი საფეხმავლო ბილიკები და ა.შ.

ამრიგად, ვაკის ფალიაშვილისა და ბარნოვის ქუჩებს შორის არსებული საცხოვრებელი კვარტალების დეგრადირებული შიდა სივრცის (ეზოს) აღდგენა-განახლების ექსპერიმენტული პროექტის განხორციელება, თბილისის

მერიას საშუალებას მისცემს ეტაპობრივად დაიწყოს, ვაკის ამ ზონის სხვა საცხოვრებელი კვარტალების განახლება.

ვაკის ამავე უბნებშიც, ძალზე მწვავე სატრანსპორტო-ეკოლოგიური პრობლემები იქმნება. ამას ადასტურებს ფალიაშვილის ქუჩაზე ტრანსპორტის მოძრაობის დინამიკის შესწავლა. კვლევისა და ანალიზის შედეგად დადგინდა, რომ ქუჩის ძირითად მონაკვეთებზე ავტომობილების მოძრაობა შეფერხებულია. ერღთმანეთთან ახლოს განლაგებული შუქნიშნები ამცირებენ სიჩქარეს, ხოლო ქუჩის გამტარუნარიანობა მცირდება მის ორივე მხარეს პარკირებულ ავტომობილების გამო. შედეგად, ფალიაშვილის ქუჩაზე ავტომობილების მოძრაობა ფაქტიურად უწყვეტია და შესაბამისად გამონაბოლქვი აირების კონცენტრაცია ძალზე მაღალია. ქუჩის გასწვრივ მდებარე შენობების მცხოვრებთა გამოკითხვის შედეგად დადგინდა, რომ ისინი ვერ აღებენ ფანჯრებს ქუჩის მხარეს, ამის შესაძლებლობა მხოლოდ ღამით, ეზოს მხარეს ეძლევათ.

აღნიშნულ ტერიტორიებზე არსებული მძიმე ურბანული, სატრანსპორტო და ეკოლოგიური მდგომარეობა მეტ-ნაკლებად ვრცელდება ვაკის და ვერის რიგ ტერიტორიებზეც.

3. დასკვნა

ამრიგად შეიძლება ითქვას, რომ ვაკისა და ვერის მთელი რიგი უბნები ე.წ „პრესტიჟულობიდან“ ურბანულ დეგრადაციამდე მივიდნენ. ამას ადასტურებს აქ საცხოვრებელზე მოთხოვნისა და ფასების შემცირება.

აუცილებელია აღნიშნული ურბანული სივრცის ეტაპობრივი აღდგენა-რეაბილიტაცია ზემოგანხილული ექსპერიმენტალური პროექტის დაგეგმარებისას გამოყენებული სხვადასხვა თანამედროვე პრინციპების გათვალისწინებით.

თბილისის მერიამ წარმატებით განახორციელა ძალზე რტული და მასშტაბური, აღმაშენებლის გამზირის რეკონსტრუქცია, ამიტომაც ვფიქრობთ, რომ გასული საუკუნის 50-იანი წლების ვაკის საცხოვრებელი კვარტალების შიდა სივრცეების (ეზოების) ეტაპობრივი განახლება-რეაბილიტაცია ქალაქისა და მისი მთავრობისათვის ძალზე მნიშვნელოვანია.

ლიტერატურა

1. თ. მახარაშვილი გ. მახარაშვილი - ქ. თბილისის “პრესტიჟული“ უბნების განაშენიანების პრობლემები. კრებული - „კავკასიის მაცნე“ ხ-13, თბილისი 2004 წ. გვ-67

2. თ. მახარაშვილი გ. მახარაშვილი - თბილისის პოსტსაბჭოთა პერიოდის ურბანული და საცხოვრებელი განაშენიანების განვითარების წინამძღვრები. სტუ-ს სამეცნიერო შრომების კრებული - № 4 (470), თბილისი 2008 წ. გვ-121

3. თ. მახარაშვილი გ. მახარაშვილი - თბილისში უზრავ ქონებაზე ფასწარმოქმნის კრიტერიუმები. სტუ-ს სამეცნიერო შრომების კრებული - № 4 70), თბილისი 2008 წ. გვ-91.

ЧИСЛЕННЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТИ ЧЕРЕЗ ЗЕМЛЯННУЮ ПЛОТИНУ С КРИВОЛИНЕЙНЫМ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМЫМ ОСНОВАНИЕМ

Цицкишвили З.А.
(Грузинский технический университет, ул. Костава 77, 0175, Тбилиси, Грузия)

***Резюме**: В работе рассматривается плоская задача фильтрации жидкости через землянную перемычку с криволинейными откосами при отсутствии промедутка высачивания. Движение жидкости через однородную, изотропную и недеформируемую порыстую среду подчиняется закону Дарси. С помощью методами функции комплексного переменного задача решена аналитически и дается теоретический алгоритм вычисления неизвестных параметров потока. Для проверки алгоритма решения с помощью программы “MathCAD”на основе теоретического алгоритма были получены численные результаты неизвестных параметров, которые приводятся в виде таблицы.*

***Ключевые слова**: фильтрация, потенциал скорости, функция тока, конформное отображение, жидкость, “MathCad”, перемычка, грунтовые воды.*

1. ВВЕДЕНИЕ

Знание законов движения жидкости через пористые материалы важно для успехов во многих областях науки, промышленности и сельского хозяйства. В уствновлении законов движения жидкости в пористых средах значительное место занимают математические исследования, а именно-математическое моделирование движения грунтовых вод и решения математических задач теории фильрации [1, 2, 3, 4].

При двумерном установившемся потоке грунтовых вод в однородных изотропных средах по закону Дарси многие плоские задачи теории фильтрации с частично неизвестными границами решаются методом конформных отображений [3, 4, 5, 6].

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В работе [1] было предложено теоретическое решение задачи фильтрации жидкости через земляную перемычку с криволинейным водонепроницаемым основанием и криволинейными откосами при отсутствии промежутка высачивания. Предполагалось, что пористая среда однородна, изотропна и недеформируема. Движение жидкости подчиняется закону Дарси [2, 3, 4].

При решении задачи было использовано теория функции комплесного переменного, в частности метод конформного отображения с применением формулы Кристофеля-Шварца [5, 6]. Плоскость движения жидкости совмещается с комплексной плоскостью $z = x + iy$. Ищется приведенный комплексный потенциал $W(z) = \ddot{} (x, y) + i \cdot (x, y)$, где $\ddot{} (x, y)$, $\cdot (x, y)$ – соответственно потенциал скорости и функция тока. Функции $\ddot{}$ и $\cdot$ удовлетворяют условиям Коши-Римана и определенным граничным условиям (рис. 1).

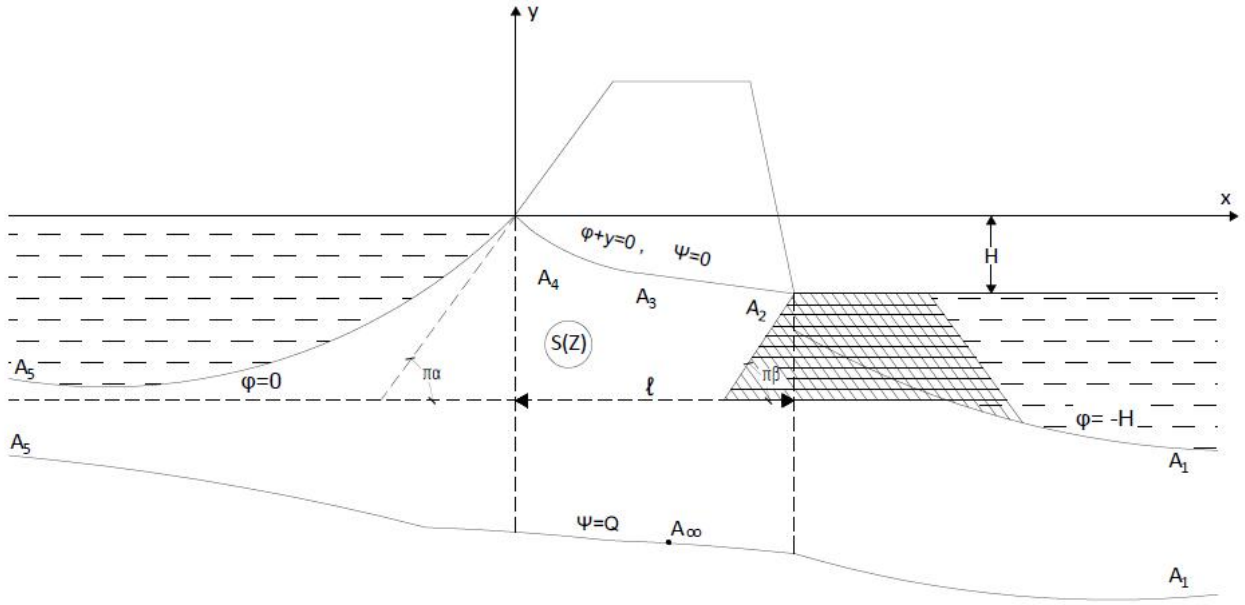


Рис. 1

Задача решена аналитически [1] и получены следующие основные уравнения для определения неизвестных

$$H = 2M^{a}K(^{a})\,(1_1) \quad Q = M^{a}K'(^{a}{}')\;(1_2); \tag{1}$$

$$\frac{Q}{H} = \frac{K'(^{a}{}')}{2K(^{a})}; \tag{2}$$

$$tg(®\sim) - tg(®\;\;) = ®M_0 a_3 \Big/ [2 - b\sqrt{b^2 - 1}]; \tag{3}$$

$$l = MM_0 \int_{-1}^{1} \left[(1-t^2)(b^2-t^2)\right]^{-1/2} \left(\int_{-1}^{1} (b^2-t^2)^{-1}(1-t^2)^{-1/2}(t-a_3)dt \right) dt + Htg(®\;\;), \tag{4}$$

где

$$^{a} = 1/b, \quad (^{a}{}')^2 + (^{a})^2 = 1, \tag{5}$$

$$K(^{a}) = \int_0^1 \left[(1-t^2)(1-{}^{a2}t^2)\right]^{-1/2} dt, \tag{6}$$

$$K'(^{a})' = \int_0^1 \left[(1-t^2)(1-{}^{a}{}'t)^2\right]^{1/2} dt. \tag{7}$$

В этих уравнениях число неизвестных параметров равно пяти b, M, M_0, Q и Q_3, а число уравнений равно четырем (1_1), (2), (3), (4). Число неизвестных параметров больше чем число уравнений на единицу. Поэтому будем задавать параметр в $(b > 0)$, определяя $^{a} = 1/6$, по (1_2) определяется Q. Что касается параметров ~ , , l и H - они задаются. По формуле (1_1) определим M, по (3) формуле – $M_0 a_3$.

Для того чтоб удостоверится правильности алгоритма решения, задаем $b = 1{,}5 \div 1{,}95$ и с помощью программы “MathCAD” [7, 8] по выше изложенной схеме можно вычислить Q, Q/H, $M_0 a_3$, M. Результаты вычислений для $H = 5$, $\sim = 1/3$, $= 1/4$ приводим в виде таблицы.

Таблица

	a	b	Q	Q/H	M	$M_0 a_3$	a_3
1	0,6676	1,5	1,0032	0,2006	2,0722	0,0753	–0,95
2	0,2857	3,5	1,0585	0,2117	5,4537	–2,2695	–0,85
3	0,1818	5,5	1,0609	0,2121	8,6804	–6,4653	–0,75
4	0.1333	7,5	1,0610	0,2122	11,8833	–12,5242	–0,65
5	0,1053	9,5	1,0610	0,2122	15,0777	–20,4471	–0,55
6	0,0869	11,5	1,0610	0,2122	18,2681	–30,2340	–0,45
7	0,0741	13,5	1,0610	0,2122	21,4564	–41,8850	–0,35
8	0,0645	15,5	1,0610	0,2122	24,6433	–55,4001	–0,25
9	0,0571	17,5	1,0610	0,2122	27,8294	–70,7794	–0,15
10	0,0513	19,5	1,0610	0,2122	31,0148	–88,0229	–0,05

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как видно из численных результатов расход Q почти не изменяется и остается постоянной величиной, что и предполагалось теоретически. Из-за произвольности выбора величин b, H, ~, значения $M_0 a_3$; M получены в пределах разумности.

Литература

1. Цицкишвили З.А. О задаче фильтрации жидкости через земляную плотину с криволинейным водонепроницаемым основанием. Труды ГТУ № 1(447), Тбилиси, 2003. 4с.
2. Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. II изд., Изд-во «Наука», Москва. 1977. 664 с.
3. Аравин В.И., Нумеров С.Н. Теория движения жидкостей и газов в недеформируемой пористой среде. Изд-во ТТЛ; Москва, 1953. 616 с.
4. Бэр Я, Заславски Д., Ирмей С. Физико-математические основы фильтрации воды. Изд-во «Мир». Москва, 1971. 451 с.
5. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функций комплексного переменного. 4 изд. Изд-во «Наука». Москва, 1973. 736 с.
6. Коппенфельс В., Штальман Ф. Практика конформных отображений. (пер. с немец.). Изд-во ИЛ. Москва, 1963. 406 с.
7. Гидравлические расчеты водосборных гидротехнических сооружений. Справочное пособие. Энергоатомиздат, Москва, 1988. 624 с.
8. Roland W. Larsen. Introduction to MathCAD 15 3rd. Prentice Hall Press Uppen Saddle River, NJ, USA, 2010. Page 408.

ტაძრის ცოკოლის მოწყობა ყაზბეგის დიაბაზის გამოყენებით

ი.ქვარაია, ა.ფიროსმანიშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *სტატიაში განხილულია, ქ.თბილისში, მახათას მთაზე მშენებარე ტაძრის ცოკოლის მოწყობის სამუშაოების შესრულება ყაზბეგის დიაბაზის ქვის გამოყენებით*

საკვანძო სიტყვები: *მშენებლობა, მოპირკეთება, ბაზისი, ცოკოლი. ქვა, ანკერი, ბეტონი, არმატურა, მონტაჟი*

1. შესავალი

ეკლესია-მონასტრების ხანმედეგობისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს გარე მოპირკეთების სამუშაოების შესრულებას ბუნებრივი ქვებისაგან. ნაგებობის ტანის შემოსვასთან ერთად განსაკუთრებულ გადაწყვეტას მოითხოვს მისი ცოკოლის ნაწილის სათანადო დონეზე შესრულება. შენობის მთელ პერიმეტრზე ქვის ბაზისს, დამცავი ფუნქციის გარდა ყოველთვის გააჩნია მხატრულ-დეკორატიული დანიშნულება. ამიტომ ამ მიზნისათვის ძალიან ხშირად გამოიყენება მარმარილო, გრანიტი, ტრავერტინი და სხვა ძვირფასი და ნახევრადძვირფასი ბუნებრივი ქვები. ქ.თბილისში, მახათას მთაზე, ივერიის ღვთისმშობლის ხატის სახელობის ტაძრის ცოკოლის მოწყობის დროს გამოყენებული იქნა ყაზბეგის მწვანე დიაბაზი, მყინვარწვერის ლავური ცენტრის უნიკალურ ვულკანურ მასალა. მისი მოპოვება ბუნებრივ პირობებში მხოლოდ ცალკეული ლოდების სახით არის შესაძლებელი. საინტერესოა ამ ქვების გამოტანის, დამუშავების და დამონტაჟების პროცესი.

2. ძირითადი ნაწილი

მყინვარწვერიდან ჩამოშლილი და ჩამოგორბული ლოდები თავს იყრიან დარიალის ხეობაში. მათი შერჩევა და ტრანსპორტირება ქვის სახერხ საამქროებში ხდება გაბარიტული ზომების, ნაკლებად დაბზარული, სასურველი ფერისა და ჯიშის ქვის გამორჩევით (ნახ.1. და ნახ.2).

ქვის ლოდების, საკმაოდ რთული კონფიგურაციის მქონე დეტალებად დახერხვა

ნახ.1. დიაბაზის ქვების ტრანსპორტირება დარიალის ხეობიდან

ნახ.2. დიაბზის ლოდები ქვის სახერხ საამქროში

და დამუშავება განხორციელდა თანამედროვე პროგრამული ჩარხების გამოყენებით. ასეთი ჩარხების არსებობამ პროექტის ავტორებს ტაძრის ცოკოლის მაღალ მხატვრულ დონეზე შესრულების საშუალება მისცა. ჩვეულებრივი, ერთი ან ორნაწილიანი ბაზისის ნაცვლად იგი შესრულდა ოთხი სხვადასხვა ზომის დეტალისაგან. მთელ ამ პროცესში მთლიანად გამოირიცხა ქვების ადგილზე ხელით დამუშავება, რაც ტრადიციულად, ძალიან დიდ დროს და შრომის დანახარჯებს მოითხოვს. სამაგიეროდ გართულებული იყო დეტალების დამონტაჟების სამუშაოების წარმოება. თითოეული ნაწილი, ცალ-ცალკე მოითხოვდა რამდენიმე ადგილას გაბურღვას და გლუვი არმატურის კაკვების მოწყობას, რითაც ეს ქვები მაგრდებოდა (შედუღებით) ტაძრის კედელში ჩაანკერებულ არმატურის კარკასებზე. კედელსა და მოსაპირკეთებელ ქვებს შორის სიცარიელეები ივსებოდა წვრილმარცვლოვანი, მაღალმარკიანი, თხელი ბეტონით. მისი ჩასხმა ხორციელდებოდა ცალკეულ ეტაპებად, მცირე ულუფებად, ისე რომ არ მომხდარიყო დამაგრებული ქვების დაძვრა. ნახ.3-ზე გამოსახულია ცოკოლის ქვების სხვადასხვა ნაწილების ჩამაგრების პროცესი, ხოლო ნახ.4-ზე წარმოდგენილია ტაძრის ბაზისი საბოლოო სახით

ნახ.3. დიაბაზის ქვის ცალკეული დეტალების ჩამაგრება და შევსება

ნახ.4. ტაძრის ბაზისი დასრულებული სახით

3. დასკვნა

1. თანამედროვე ქვის დამამუშავებელი ჩარხები ნებისმიერი კონფიგურაციის მქონე დეტალების დამზადების საშუალებას იძლევა. აღნიშნული დეტალების გამოყენებით შესაძლებელია ეკლესია-მონასტრების შენობებზე, რამდენიმე ნაწილიანი ქვის ბაზისის მოწყობა. მისი მონტაჟი მართალია დამატებით სირთულებთან არის დაკავშირებული, მაგრამ მხოლოდ ამ გზით მიიღწევა ცოკოლის მაღალი მხატვრული დონე, რაც ამ ტიპის ნაგებობებისთვის ძალზე მნიშვნელოვანია არქიტექტურული თვალსაზრისით.

ლიტერატურა

1. ზ .ეზუგბაია. შ. ბაქანიძე, ი. ქვარაია, ი. ირემაშვილი. სამშენებლო პროცესების ტექნოლოგია. ტომი II. თბილისი. 2016 წელი. 274 გვ.

სხვადასხვა ქვეყნის სეისმომედეგი მშენებლობის ნორმები და მათი კრიტიკული შეფასება

დ. გურგენიძე, ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, მ. სულაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას 68ა,0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *ნაშრომში განხილულია სხვადასხვა ქვეყნის სეისმომედეგი მშენებლობის ნორმები, სეისმური ძალის სიდიდის დადგენა, დინამიური პარამეტრების გამოთვლა, მათი საერთო და განმასხვავებელი პირობები, გაანგარიშების არსებული მეთოდის რეალური მონაცემების შეფასება.*

საკვანძო სიტყვები: *ნორმები, მიწისძვრა, რეგიონი, სეისმური ძალა, დინამიურობის კოეფიციენტი, დეფორმაცია, სიხისტე.*

1. შესავალი

მიწისძვრა ბუნებრივ კატასტროფებს შორის ერთ-ერთი ყველაზე მრისხანე მოვლენაა, რომელსაც თან ახლავს ნგრევა, მსხვარპლი და დიდი რაოდენობით მატერიალური ზარალი. მიწისძვრები წლის განმავლობაში რამდენიმე ათასჯერ ხდება სხვადასხვა სიმძლავრის და ამასთან ზოგიერთი დამანგრეველი, ზოგიერთი კი ადამიანებისათვის საერთოდ შეუმჩნეველია.

როგორც ცნობილია საქართველოს ტერიტორია სეისმურად აქტიურ რეგიონში მდებარეობს, ამიტომ სეისმომედეგი მშენებლობის პრობლემების გადაჭრა უმნიშვნელოვანესია ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური განვითარებისათვის. ასეთ პრობლემას განეკუთვნება მიწისძვრის ზემოქმედებისას მოსახლეობის უსაფრთხოებისა და შენობა-ნაგებობების საიმედოობის უზრუნველყოფა.

2. ძირითადი ნაწილი

საქართველოს ტერიტორია, როგორც კავკასიის სეისმურად აქტიური რეგიონის შემადგენელი ნაწილი, შენობა-ნაგებობათა სეისმომედეგი მშენებლობის საკითხები მეტად აქტუალურია, მნიშვნელოვანია აგრეთვე მსოფლიოს მრავალი ქვეყნისათვისაც.

ბოლო 50 წლის განმავლობაში აღნიშნულმა რეგიონმა 20-ჯერ და მეტჯერაც ძლიერი ინტენსივობის 7-9 ბალის სიძლიერის მიწისძვრა განიცადა. დამანგრეველი მიწისძვრებისშედეგების ანალიზმა აჩვენა, რომ დაზიანდა არა მხოლოდ ადრე აგებული შენობა-ნაგებობები, არამედ შენობები აგებული ყველა სეისმური ნორმების მოთხოვნების გათვალისწინებით.

შენობა-ნაგებობათა ნგრევის ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენს საანგარიშო სეისმური ძალა, რომელიც იწვევს ინერციულ ძალებს, გადაადგილებას თუ ის იქნება დასაშვებზე უფრო დიდი გამოიწვევს ბზარებს, დეფორმაციას და შესაძლოა ნგრევას.

მიწისძვრების ანალიზის შედეგად სხვადასხვა ქვეყნებში შეიქმნა სეისმურ დატვირთვაზე ნაგებობათა გაანგარიშების ნორმატიული მასალები, ნორმები, რომელიც გარკვეულ შეზღუდვებს აწესებენ ნაგებობის სეისმომედეგობის უზრუნველსაყოფად.

დღეისათვის 30-ზე მეტი განვითარებული ქვეყანა მსოფლიოში ფლობენ ნაციონალურ ნორმებს, რომელიც არეგულირებს მშენებლობის წესებს სეისმურად აქტიურ რეგიონებში. თუ დავეყრდნობით მრავალ თეორიულ და

ექსპერიმენტულ გამოკვლევებს, ნორმების ძირითადი უმრავლესობა შენობა-ნაგებობების სეისმურ დატვირთვაზე გასაანგარიშებლად მიმდინარეობს ექვივალენტური სტატიკური დატვირთვით დინამიური გაანგარიშების საფუძველზე.

რუსეთის ნორმები, რომლის საფუძველში ჩადებულია კონსტრუქციების დრეკადი დეფორმაცია განზოგადოებული კოეფიციენტების შემოღებით, ითვალისწინებს რღვევის სხვადასხვა ფორმებს და პლასტიკური სახსრების წარმოქმნას, საანგარიშო სქემად მიღებულია საძირკველში ხისტად ჩამაგრებული კონსოლი შეყურსული ძალებით.

საანგარიშო სეისმური დატვირთვა შერჩეული მიმართულებით გამოითვლება ფორმულით:

$$S_{ik}=K_0K_1S_{oik} \quad (1)$$

სადაც: K_0 და K_1 რიცხვითი კოეფიციენტებია,

S_{oik} – პირობითი სეისმური დატვირთვის მნიშვნელობაა, გამოითვლება ფორმულით:

$$S_{oik}=Q_kAK_A\beta_iK_\varphi\eta_{ik} \quad (2)$$

სადაც: Q_k არის შეყურსული მასა;

A – სეისმურობის კოეფიციენტი;

K_A– კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს საანგარიშო სეისმური ძალების თანწყობას;

β_i – დინამიურობის კოეფიციენტი;

η_{ik} –შენობის რხევის ფორმის კოეფიციენტი.

ამ მეთოდის მთავარი დამსახურებაა სიმარტივე, ძირითადი უარყოფითი არის ის, რომ შენობის გაანგარიშება მიეკუთვნება წრფივად-დრეკად მოდელს, არ იძლევა საშუალებას დავაკვირდეთ დეფორმაციის მექანიზმს და სიხისტის ცვლილებას. ასევე გაუგებარია k_1 კოეფიციენტის ცვლილება, რომელიც ამცირებს სეისმურ ძალას, არ არის დამტკიცებული ასევე, რომ მართებულია თუ არა შემოთავაზებული კოეფიციენტების გამოყენება გაანგარიშებებში.

აშშ-ს ნორმების საფუძველში მიღებულია ერთიანი სამშენებლო კოდი, ასევე მიღებულია რკინაბეტონის მზიდი კონსტრუქციებისათვის არადრეკადი დეფორმირება. სეისმური ძალა შენობის საძირკველში გამოითვლება ფორმულით: $S_{max}=QCs$ (3)

სადაც: Q არის დატვირთვა;

Cs – სეისმური დატვირთვის კოეფიციენტი საძირკვლის ძირზე, მიღებულია სპექტრული გაანგარიშებით, რხევის ძირითადი ფორმის პერიოდის დამოკიდებულებით:

$$Cs=\frac{1{,}2CA}{RT^{2/3}} \quad (4)$$

სადაც: A არის საძირკვლის გრუნტის მაქსიმალური აჩქარება;

C - კოეფიციენტი, აიღება 1÷1,5;

R – შემამცირებელი კოეფიციენტი, დამოკიდებული შენობის კონსტრუქციულ სქემაზე;

T – საკუთარი რხევის პერიოდი.

როგორც ფორმულებიდან ირკვევა, ძირითადი ამ გაანგარიშებებში არის გრუნტის აჩქარება, რომელიც განსაკუთრებულ როლს ასრულებს შენობა-ნაგებობების სეისმო უსაფრთხოებაზე.

როგორია საერთაშორისო ნორმებით **“ევროკოდი 8”-ის** მიხედვით შენობა-ნაგებობების სეისმომედეგობის უზრუნველყოფა, მოწმდება კონსტრუქციული ელემენტების სიმტკიცე, კრიტიკული ძალვა, გამოწვეული სეისმური ზემოქმედებით განისაზღვრება დეფორმაციებით. საანგარიშო სეისმური დატვირთვა გამოითვლება ფორმულით:

$$S=\frac{\sim\ \ll C}{\copyright}$$

სადაც: α, β, μ -კოეფიციენტებია, რომელიც ითვალისწინებს საძირკვლის მაქსიმალურ აჩქარებას;

C –შენობის საკუთარი წონა;

k=1,5÷4 -კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს კონსტრუქციის არადრეკადი დეფორმაციების და რეგულარობის კლასს.

იაპონური ნორმების მიხედვით კონსტრუქციების გაანგარიშება სეისმომედეგობაზე უნდა აკმაყოფილებდეს მის უსაფრთხოებას მიწისძვრისას და საექსპლუატაციო შესაძლებლობას მიწისძვრის შემდეგ.

განიხილება მხოლოდ მიწის ძვრისჰორიზონტალური მდგენელი. საანგარიშო სეისმური ზემოქმედება უნდა განისაზღვროს კონსტრუქციის ტიპის და მშენებლობის რაიონის მახასიათებლით.

სეისმური ზემოქმედება განისაზღვრება ფორმულით:

$$S_{ik}=S_{oik}\cdot k \qquad (6)$$

სადაც: S_{oik} – საანგარიშო სეისმური დატვირთვაა;

k-საანგარიშო სეისმურობის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზღვრება განივკვეთის სიხისტის მიხედვით: $k=V_1\cdot V_2\cdot V_3\cdot V_4\cdot V_5\cdot k_o$ (7)

სადაც: V_1,V_2,V_3,V_4,V_5 კოეფიციენტები, რომელიც გაითვალისწინებენ შესაბამისად სეისმური ზონის გავლენას, საძირკვლის პირობებს,

კონსტრუქციის ცალკეული ელემენტების სიმტკიცეს;

k_o=0,2 კოეფიციენტი საბაზო ჰორიზონტალური ძალის გასათვალისწინებლად. არსებული ნორმები ითვალისწინებს ყველა შესაძლო მოვლენებს, რაც დაკავშირებულია სეისმური ძალის ნაგებობაზე ზემოქმედებისაგან.

ახალი ზელანდიის სეისმური ნორმები ითვალისწინებს კონსტრუქციის გაანგარიშებარე ზონანსულ-რხევითი. კონცეფციით, რომელიც ითვალისწინებს პლასტიკური სახსრების წარმოქმნას კონსტრუქციის მზიდ ელემენტებში, შემოღებულია მთელი რიგი კოეფიციენტები. გაანგარიშება შეიძლება სამი მეთოდით; ექვივალენტური სეისმური დატვირთვით, სპექტრული გაანგარიშების საფუძველზე და სისტემის მოძრაობის განტოლების ამოხსნით.

მთლიანი ჰორიზონტალური სეისმური დატვირთვა შენობის საძირკველზე გამოითვლება ფორმულით:

$$S_{max}=CLSMRW_t \qquad (8)$$

სადაც: C,L,S,R-კოეფიციენტებია, რომელიც შესაბამისად ითვალისწინებს გრუნტის პირობებს, შენობის პასუხისმგებლობას, მზიდიკონსტრუქციების ტიპს, რისკისზომისდამატებითკოეფიციენტს;

M-კოეფიციენტი დამოკიდებული მზიდი კოენსტრუქციების მასალაზე;

W_t- შენობის მასა.

როგორც ზემოთმოყვანილიდან ირკვევა შენობა-ნაგებობის სეისმომედეგობაზე გაანგარიშებები მრავალი კოეფიციენტით არის განსაზღვრული.

პორტუგალიის ნორმები ეფუძნება მრავალმასიან სისტემას. ჰორიზონტალური დატვირთვა განისაზღვრება განზოგადოებული კოეფიციენტების საშუალებით:

$$S_{max}=\frac{\sim C_0\ \ -}{\text{«}} \qquad (9)$$

სადაც: α,μ,C₀ – შესაბამისი კოეფიციენტები დამოკიდებული მოედნის სეისმურობაზე, შენობის კონსტრუქციულ გადაწყვეტაზე, გრუნტის პირობებზე, რხევის სიხშირეზე, რხევის ფორმაზე;

θ-შენობის საკუთარი წონა.

რუსეთისა და საერთაშორისო ნორმების შედარებამ სეისმომედეგობაზე გაანგარიშებისას გვიჩვენა, რომ საერთაშორისო ნორმები იძლევა ფიზიკურად საფუძვლიან მიდგომას არადრეკადი დეფორმაციების გავლენის შესაფასებლად, ითვალისწინებს სისტემის არადრეკად დეფორმირებას, კონსტრუქციულ პარამეტრებს, კავშირს განზოგადოებულ კოეფიციენტებს შორის, ისინი აიღება საერთო მოსაზრების და საიმედოობის საფუძველზე.

3. დასკვნა

აღსანიშნავია, რომ ყველა ქვეყნის სეისმურ ნორმებში მოცემულია კონკრეტული მონაცემები კონსტრუქციების გასაანგარიშებლად სეისმური დატვირთვის ზემოქმედებისას, რომელიც საშუალებას გვაძლევს გავითვალისწინოთ რღვევის რეალური ხასიათი და კონსტრუქციების რეალური მუშაობა საანგარიშო სქემის შესაბამისად.

დღეისათვის ქალაქმშენებლობაში ჭარბობს მაღლივი კარკასული შენობების მშენებლობა, ამდენად ყოველი ქვეყნის გამოცდილება და არსებული გაანგარიშების მეთოდების სრულყოფა უმნიშვნელოვანესია.

ლიტერატურა

1. Я. Аизенберг и другие – Сеисмостойкие многоэтажные здания с железобетонным каркасом- АСВ, Москва, 2012, стр.279
2. В. Алмазов – Проектырование железобетонных конструкций о ЕВРО нормам- АСВ, Москва,2007 стр.216.
3. М. Марджанишвилиидругие–Современныесейсмостойкиезданияиметодырасчета- Тбилиси, 2002, стр.322.
4. სამშენებლო ნორმები და წესები –“სეისმომედეგი მშენებლობა (პნ.01.01.09), თბილისი 2009, გვ.166.
5. ლ. კახიანი და სხვები- ნაგებობათა სეისმომედეგობაზე გაანგარიშების სტატიკური მეთოდის გამოყენება-სამეც. ჟურნ. “მშენებლობა”,№2(25)2012, თბილისი, გვ. 5.
6. ლ. კახიანი, შ. მარჯანიშვილი – მრავალსართულიანი გეგმაში არასიმეტრიული შენობების გაანგარიშება სეისმურ ზემოქმედებაზე – საერთაშორისო სიმპოზიუმი “სეისმომედეგობა და საინჟინრო სეისმოლოგია”- თბილისი, 2000, გვ.4.

დიაფრაგმის გავლენა არმატურაში წინასწარდაძაბული ძალის ცვალებადობაზე

ლ. ბალანჩივაძე, ნ. ნაკვეთაური
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *ნაშრომში განხილულია წინასწარდაძაბულ შენობა-ნაგებობებში მზიდი კონსტრუქციების, კერძოდ დიაფრაგმების განლაგებისა და მათი მუშაობის თავისებურებები შენობის სხვადასხვა საანგარიშო სქემისას, რაც საბოლოო ჯამში კონსტრუქციულ ელემენტებში ამცირებს წინასწარდაძაბულ ძალებს.*

საკვანძო სიტყვები: *წინასწარდაძაბული კონსტრუქციები, გამჭიმავი ძალები, სიხისტის დიაფრაგმა, შენობა-ნაგებობების დეფორმაცია, მდგრადობა, სიმტკიცე.*

1. შესავალი

რკინაბეტონის მრავალსართულიან შენობა-ნაგებობაში ერთ-ერთ მთავარ მზიდ ელემენტს წარმოადგენს დიაფრაგმა, რომლის მოწყობა და კონსტრუირება ისევე შრომატევადი და თავისებურია, როგორც სხვა მზიდი კონსტრუქციული ელემენტების, თუმცა ზოგ შემთხვევაში ადგილი აქვს სხვა თავისებურებასაც. კერძოდ, საჭიროა თუ არა ყოველთვის მისი მოწყობა და თუ საჭიროა მაშინ როგორ და სად განვათავსოთ იგი? სწორედ ეს და სხვა პრობლემებია განხილული აღნიშნულ სტატიაში.

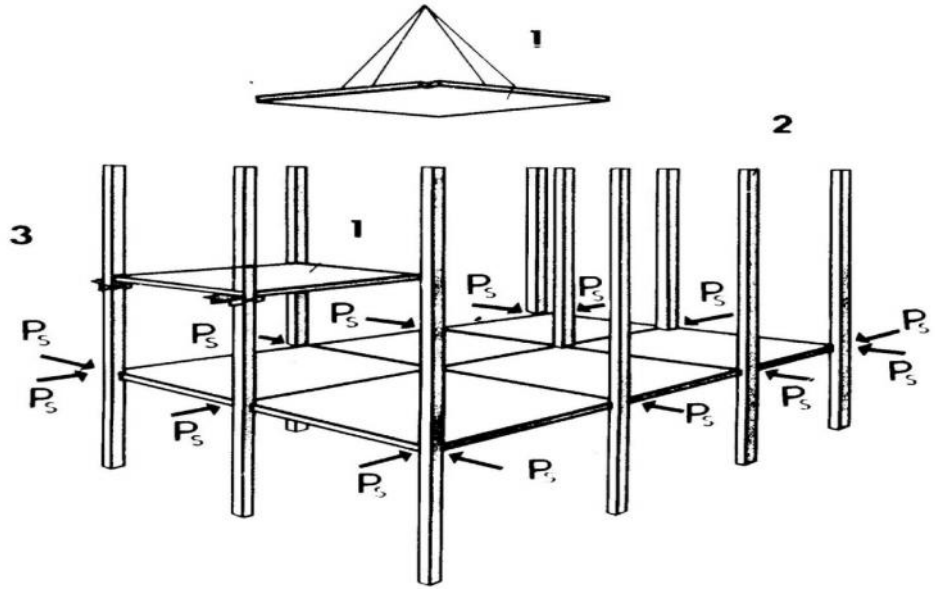
2. ძირითადი ნაწილი

ცნობილია, რომ გასული საუკუნის 80-იან წლებში ქ. თბილისში განხორციელდა ახალი, ეფექტური კარკასულ-პანელოვანი მრავალსართულიანი საცხოვრებელი შენობები არმატურის დაჭიმვით სამშენებლო პირობებში ე.წ. იუგოსლავიის მეთოდი ИМС სისტემის (ინჟინერ-კონსტრუქტორი ფ.ჟეჟელი), რომელიც დამუშავებული და გამოცდილი იქნა თბილისის სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში მ.კიმბერგის ხელმძღვანელობით.

შენობის სივრცით სიხისტეს უზრუნველყოფს ასაწყობი რკინაბეტონის კარკასი, ე.წ. უკოჭო გადახურვებით, რომელიც იქმნება სამშენებლო პირობებში ორივე მიმართულებით K-7 კლასის არმატურის მოჭიმვით. გადახურვის ელემენტების ტრადიციულ კონსოლებზე დაყრდნობა უარყოფილია და გადახურვის ფილის მუშაობა უზრუნველყოფილია ხახუნის ძალებით (ნახ.1). სწორედ, ასეთი არატრადიციული კონსტრუქციული გადაწყვეტისა და სხვა ბევრი მიზეზის შედეგი იყო ის დაუხვეწავი საანგარიშო სქემა და რეალური შედეგები, რაც განხილულია [1] შრომაში.

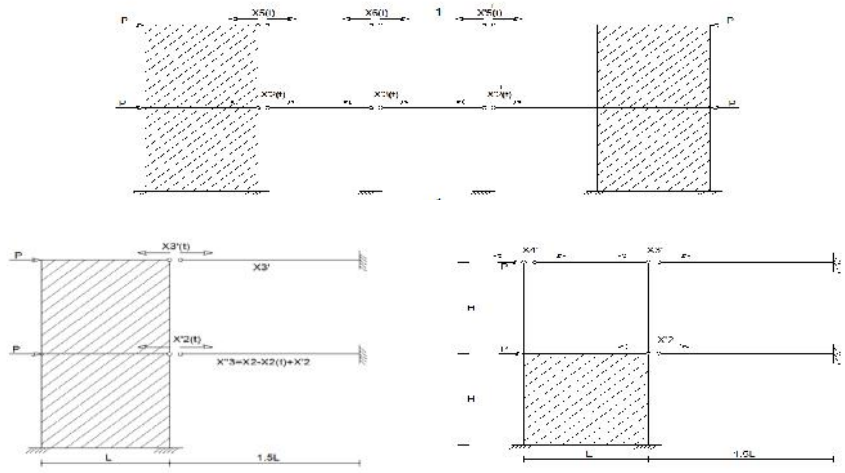
საქმე გვაქვს მაღალი K-7 კლასის არმატურასა და ასევე შედარებით მაღალი კლასის ბეტონთან (B25), რომელთა გამოყენების შესაძლებლობა განაპირობა მხოლოდ სამშენებლო წესებისა და ნორმების უზრუნველყოფამ.

UMC-ის სისტემას საფუძვლად უდევს სტატიკურად ურკვევი ჩარჩოს სისტემაში წინასწარ დაძაბული არმატურის ძალებით გადახურვის ფილების დამაგრება, შეჭიდება და სვეტების მოქნილობა. დაჭიმვის დროს დიაფრაგმებს აყენებენ ერთმანეთისგან დაშორებით ისე, რომ ისინი ხელს არ უშლიან სვეტების გადაადგილებას.



ნახ. 1. გადახურვის ფილა; 2–სვეტები; 3–სამონტაჟო მაგიდები; P_s– მოკუმშვის ძალვები.

ხოლო არმატურის დაჭიმვის შემდეგ დიაფრაგმისა და სვეტების ჩასაყოლებელ ნაწილებს ადუღებენ, ხოლო მათ შორის დარჩენილ სიცარიელეს ამონოლითებენ. მხედველობაში უნდა მივიღოთ, ისიც რომ ჩვეულებრივ წინასწარ დაძაბულ კონსტრუქციებში გაჭიმავი ძალების შემცირება იწვევს მხოლოდ ჩაღუნვის გაზრდას და არა კონსტრუქციების ჩამოვარდნას, მაგრამ ისეთი კონსტრუქციული გადაწყვეტისას, როდესაც დიაფრაგმები დაყენებულია შენობის მზიდი ჩარჩოს განაპირა მალებში, ნაკერების შევსების შემდეგ, ბეტონის ხანგრძლივი დეფორმაცია გრძელდება უკვე სრულიად სხვა ჩარჩო–ფილოვან–კავშირების სისტემაში, ნაცვლად ჩარჩო-ფილოვანი სისტემისა (ნახ.2ა).



ნახ.2. რკინაბეტონის დიაფრაგმების სქემები: ა) ჩარჩო-ფილოვანი სისტემაში; ბ)ჩარჩო–ფილოვან–კავშირებიან სისტემაში.

თუ ჩარჩო–ფილოვან სისტემაში ბეტონის ხანგრძლივი დეფორმაციით სვეტებიც გადაადგილდებიან და არ უშლიან ხელს გადახურვის ფილების მოკუმშვის ადგილებში ხანგრძლივი დეფორმაციის განვითარებას, ჩარჩო-კავშირებიან სისტემის განაპირა მალები, რომელთაც გააჩნიათ საგრძნობი სიხისტე, უკვე ეწინააღმდეგება გადახურვის ფილებით გვერდების ხანგრძლივ დეფორმაციას. ამის შედეგად ხდება წინასწარი მოჭიმვის ძალების მკვეთრი

დაცემა ე.ი. ხდება არმატურის რელაქსაცია.

განხილულ ტექნოლოგიას მივყევართ იქამდე, რომ მუდმივმოქმედი დატვირთვებით განხილულ შემთხვევაში წინასწარდაძაბულობის ძალა მოდებული ერთი სტატიკური სქემისას (ჩარჩო-ფილოვანი), ხოლო ხანგრძლივი დეფორმაციები ჩნდება სხვა (ჩარჩო–ფილოვანი-კავშირების) (ნახ.2ბ) სქემის მიხედვით ასეთ შემთხვევაში დაძველების თეორიის საფუძველზე, რომელიც დამუშავებულია გ.ბ. კიზირიას მიერ, მივყევართ ბოლცმანის ძირითად ფორმულასთან: დაძაბულობასა და ბეტონის ცოცვადობის დეფორმაციებს შორის კავშირის შესახებ, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$\varepsilon_n(t\tau) = \sigma_0\left[\frac{1}{E(\tau_1)} + C(t\tau_1)\right] + \int_{\tau_1}^{t}\frac{d\sigma(\tau)}{d\tau}\left[\frac{1}{E(\tau)} + C(t_1\tau)\right] \quad (1)$$

სადაც $C(t\tau)$–სთვის აღებულია დაძველების მოდიფიცირებული თეორია, $d\tau$ მიღებულია ადრინდელ ნამუშევრებში.

$$\varepsilon(t\tau_n) = \frac{\sigma(\tau_n)}{E_0}\left[1 + \left(\varphi(t) - \varphi(\tau_n)\right)\left(1 + \omega(\tau_n)\right) + \theta_0 - m\varphi(\tau_n)\right] +$$
$$+\frac{1}{E_0}\int_{\tau_n}^{t}\left(\varphi(t) - \varphi(\tau)\left(1 + \omega(\tau)\right) + \theta_0 - m\varphi(\tau)\right]d\varepsilon \quad (2)$$

დამუშავებული მეთოდის თანახმად, როცა გამოიყენება ძალვების და ძაბვების განსაზღვრის მეთოდი, გაანგარიშება უნდა ჩატარდეს შემდეგი თანამიმდევრობით:

1. განისაზღვრება ძირითადი უცნობები კონსტრუქციების დრეკად სტადიაში მუშაობის დროს. ძირითადი უცნობები განისაზღვრება იმავე კვეთებსა და სტატიკურ სქემებში, რომელშიც მუშაობენ კონსტრუქციები ხანგრძლივად მოქმედი დატვირთვის მოდების მომენტში ან საძირკვლის დაჯდომის დროს.
2. განისაზღვრება ძირითადი უცნობების ცვალებადობა, გამოწვეული ბეტონის სწრაფდენადი ცოცვადობის განვითარების შედეგად.
3. განისაზღვრება ძირითადი უცნობების ცვალებადობა ბეტონის ცოცვადობით ხანგრძლივად მიმდინარე დეფორმაციების შედეგად.
4. მუდმივმოქმედი დატვირთვებისგან გადაადგილება დატვირთვის ყოველივე ეტაპზე გამოითვლება, როგორც ჯამი გადაადგილებებისა გამოწვეული დრეკადი ძალებით ნელა და სწრაფდენადი ცოცვადობის დეფორმაციებით.

3. დასკვნა

მრავალსართულიანი შენობების დაპროექტებისას აუცილებელია მთავარი ყურადრება გამახვილდეს არა მხოლოდ კონსტრუქციული გადაწყვეტებზე, არამედ მასალების ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებლებისა და დატვირთვების მოქმედების გავლენაზე, რათა ეჭვქვეშ არ დადგეს შენობა-ნაგებობების საიმედოობა.

ლიტერატურა

1. ლ. ბალანჩივაძე. ბეტონის საანგარიშო და კონსტრუქციული პარამეტრები კარკასულ-პანელოვანი სახლების დამონოლითებისას არმატურის დაჭიმვით სამშენებლო პირობებში. დისტ. 187გვ. 1990 წ.
2. ნ. ნინუა. ნორმატიული მასალები რკინაბეტონის კონსტრუქციების დაპროექტებისათვის. თბილისი, 1989.
3. გ. ჯაფარიძე, ა.სოხაძე – რკინაბეტონის კონსტრუქციები. მოკლე კურსი მაგისტრებისათვის. თბ.ტექნიკური უნივერსიტეტი. 2003წ.

სამოქალაქო ინჟინრების მონაწილეობა კოსმოსური კვლევის საქმეში

რ. იმედაძე, ლ. ბერიძე, თ. მაღრაძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი საქართველო)

რეზიუმე: *ნაშრომი ეძღვნება სამოქალაქო ინჟინრების მონაწილეობას კოსმოსური კვლევის საქმეში. სტატიაში მოცემულია კოსმოსის კვლევისას გამოყენებული სადგურებისა და სხვა საშუალებების შექმნაში აეროკოსმოსის საკითხების შესწავლასა და დამუშავებაში სამოქალაქო ინჟინრების როლსა და მონაწილეობის შესახებ. სტატიაში ნაჩვენებია ამ საკითხების კვლევაში და განვითარებაში ქართველი მეცნიერების წვლილის შესახებ.*

საკვანძო სიტყვები: *კოსმოსი, ორბიტა, კოსმოსური სადგური, რეფლექტორი, კვლევა, დაპროექტება.*

1. შესავალი

კოსმოსური კვლევის საქმეში კოსმოსური სადგურების სარაკეტო დანადგარების, დედამიწის თანამგზავრების შექმნაში ჩართული სპეციალისტების გარდა, ხშირად აუცილებელია მიწვეულ იქნან სხვადასხვა სპეციალობის სამოქალაქო ინჟინრები. ისინი მონაწილეობენ ორბიტალურ სადგურებში სხვადასხვა ექსპერიმენტების ჩატარებაში და სამეცნიერო კვლევით საქმიანობაში. ასევე კოსმოსური სადგურების, თანამგზავრების და მოწყობილობების დაპროექტებაში, ორბიტაზე სადგურების თანამგზავრების და რაკეტების გაშვებაში. ამ პრობლემების გადასაწყვეტად საჭიროა მაღალი კვალიფიკაცია, როგორც აეროკოსმოსურ, ისე მასთან დაკავშირებულ სხვადასხვა მიმართულებაში მუშაობისას.

2. ძირითადი ნაწილი

ორბიტიდან დედამიწაზე დაკვირვების დროს წარმოიშვება ახალი იდეები სამოქალაქო მშენებლობის სხვადასხვა სფეროში. ჰიდროლოგიის, წყლის რესურსების საზღვაო ნაგებობების, გარემოს დაცვის და სხვა ამ დარგის სპეციალისტები მუშაობენ შესაბამისი მმიმართულებით.

კოსმოსური სადგურები და თანამგზავრები აღჭურვილია ისე, რომ შესაძლებელია გამოკვლევები ასტროლოგიაში, ფიზიკურ მეცნიერებაში, სამრეწველო ტექნოლოგიებში, ცოცხალი ორგანიზმების წარმოშობის საკითხებში, მედიცინაში, გეოლოგიაში დასხვა საინჟინრო მიმართულებებში. პროგრამები ასევე ითვალისწინებს პერიოდულად კოსმოსის სადგურებში კოსმონავტების გაგზავნას ადრე გაგზავნილთ ჩასანაცვლებლად. გამომდინარე სამეცნიერო თემის სირთულიდან, კვლევის ხანგრძლივობა კოსმონავტ-მკვლევარებისთვის სხვადასხვაა – ერთი თვიდან 2 წლამდე, აუცილებელი ნივთებით და პროდუქტებით მათი მომარაგება ხდება პერიოდულად, მრავალჯერადი გამოყენების სატრანსპორტო საშუალებებით. კოსმოსურ სადგურებში კოსმონავტებთან ერთად იმყოფებიან სამოქალაქო დარგის ინჟინრებიც, რომელთა შერჩევა ხდება მათი შესაძლებლობებისა და უნარების მიხედვით ბორტზე ამა თუ იმ ექსპერიმენტის ჩატარებისათვის. ამისათვის მათი მომზადება ხდება ექვსი თვის ან უფრო ნაკლებ დროში, განსხვავებით კოსმონავტებისა, რომელთა მომზადება ხდება რამდენიმე წლის განმავლობაში.

კვლევების მიმართულება

ორბიტალურ კოსმოსურ სადგურებს ადარებენ სამეცნიერო კომპლექსებს გემებზე, რომლებც შექმნილია ოკიანეგრაფიული კვლევებისათვის, ასევე სამეცნიერო კვლევით სადგურებს ანტრაქტიდაზე. კოსმოსში ჩატარებული მეცნიერული კვლევები წინ გადადგმული ნაბიჯია უცნობი მოვლენების შესასწავლად, რაც საბოლოოდ მიგვიყვანს კოსმოსის პრაქტიკულ გამოყენებასთან. ამ მხრივ ფართოდაა გაშლილი მუშაობა სხვადასხვა ქვეყნების მეცნიერების ჩასართავად.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ისეთი ქვეყნის წვლილი ამ პრობლემების გადაწყვეტის საქმეში, როგორიცაა საქართველო. თავიდან ამ საკითხების შესწავლა–გადაწყვეტაში, კერძოდ თანამგზავრების ორბიტაზე მოძრაობის გაანგარიშებაში გამოყენებული იყო ცნობილი მათემატიკოსის ნ. მუსხელიშვილის და სხვა მეცნიერების თეორიული კვლევები.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია კოსმოსში საქართველოში შექმნილი გასაშლელი 6,42 მეტრიანი რეფლექტორის გაშვება. ამ სამუშაოებს აწარმოებდა საქართველოს ტენიკურ უნივერსიტეტთან არსებული კოსმოსური კვლევის ინსტიტუტი, რომელსაც ხელმძღვანელობდა და ახლაც ხელმძღვანელობს პროფესორი ელგუჯა მეძმარიაშვილი – პირველი ქართველი კოსმოსური ობიექტების გენერალური კონსტრუქტორი, მეცნიერი კოსმოსური ტექნიკის და სამხედრო საინჟინრო დარგში, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრი, აკადემიკოსი, ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, სამხედრო მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი, გიორგი ნიკოლაძის სახელობის პრემიის ლაურეატი, საქართველოს, საბჭოთა კავშირის, საზღვარგარეთის და საერთაშორისო ორგანიზაციების სახელმწიფო და საუწყებო ორდენებისა მედლების, მათ შორის ვახტანგ გორგასლის პირველი ხარისხის ორდენის კავალერი. მისი ხელმძღვანელობით შეიქმნა კოსმოსური ობიექტი. ექსპერიმენტული კვლევები ჩატარდა, აეწყო და გამოიცადა საქართველოს კოსმოსურ ნაგებობათა ინსტიტუტის მცხეთის სასტენდო კომპლექსში. კოსმოსური ობიექტის პროექტი და წინასაფრენოსნო გამოცდები მოეწყო საქართველოს კოსმოსურ ნაგებობათა ინსტიტუტიში. ობიექტი დამზადდა თბილისის საავიაციო ინსტიტუტიში. 1999 წელს 16 ივლისს რაკეტა მატარებელმა კოსმოსში გაიტანა „რეფლექტორი.” 1999 წლის 18 ივლისს შეუპირისპირდა ორბიტალურ სადგურს, ხოლო 1999 წლის 23-28 ივლისს „რეფლექტორი”გაიშალა.

ეს მოვლენა განსაკუთრებით აღსანიშნავია იმის გამო, რომ ისეთი პატარა ქვეყანა თავის მოკრძალებული ეკონომიკური შესაძლებლობებით შეეჭიდა და დასძლია ამ მეტად რთულ და საქართველოსთვის თითქმის შეუძლებელ პრობლემას. ამაში უდიდესი წვლილი მიუძღვის პროფესორ ელგუჯა მეძმარიაშვილს და მის კოლექტივს, რაც აღნიშნა არა მარტო ჩვენი ქვეყნის ხელმძღვანელობამ, არამედ ეს მოვლენა უდიდეს ვარმატებად ჩათვალა ამერიკამ, ევროპის ქვეყნებმა, რუსეთმა და სხვა ქვეყნებმა. პროფესორ ელგუჯა მეძმარიაშვილთან ერთად საქართველოს მთავრობამ, უმაღლესი ხარისხის ორდენებითა და მედლებით დააჯილდოვა კოსმოსურ კვლევის ინსტიტუტის მეცნიერები და თანამშრომლები.

საინჟინრო საქმეში კოსმოსური სადგურის გამოყენება

სამოქალაქო ინჟინრებში განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს დაკვირვება ჩვენს პლანეტაზე, მის ატმოსფეროზე და საინჟინრო და შესაბამისად ტექნოლოგიური ექსპერიმენტების ჩატარების შესაძლებლობა, როგორც კოსმოსური სადგურის ბორტზე, ისე კოსმოსურ სივრცეში.

კოსმოსური სადგური გამოიყენება, როგორც კვლევითი ლაბორატორია, სადაც შეიძლება დამუშავდეს და შემოწმდეს სხვადასხვა კონსტრუქციები და დამუშავდეს მათი გაერთიანების შესაძლებლობები სხვადასხვა კონსტრუქციებთან და ელემენტებთან.

ის დიდი შესაძლებლობები, რომლებიც გააჩნია კოსმოსურ სადგურებს დედამიწაზე დაკვირვებისათვის საშუალებას იძლევა განვითარდეს ისეთი მიმართულებები, როგორიცაა: ჰიდროლოგიის, წყლის რესურსების შესწავლა, ირიგაცია, გეოდეზია, კარტოგრაფია, რეგიონალური დაგეგმარება, ტრანსპორტის სისტემების განვითარება, გარემოს დაჭუჭყიანების პროცესების აღკვეთა, საზღვაო ნაგებობების მშენებლობის ტექნოლოგია და სხვა.

კოსმოსში ჩატარებული ტექნოლოგიური ექსპერიმენტები და პრაქტიკული კვლევები უფრო ახლოსაა ინჟინერ-პრაქტიკოსებთან. ზოგჯერ კოსმოსში ჩატარებული ექსპერიმენტები გაცილებით მომგებიანია ეკონომიკური თვალსაზრისით. მაგალითად: კოსმოსის პირობებში შესაძლებელია მაღალი სიმტკიცის ფოროვანი ფოლადების მიღება, რაც დედამიწის პირობებში დიდ ფინანსურ დანახარჯებს მოითხოვს. ასეთი მაგალითების მოყვანა ბევრის შეიძლება.

კოსმოსური სადგურებისათვის საჭიროა დიდი სივრცითი კონსტრუქციები, რომელთა აწყობა და გაშლა საჭიროა, რათა შეიქმნას კოსმოსური ნაგებობები. ასეთი გასაშლელი და ასაწყობი კონსტრუქციების შექმნაზე მუდმივად მუშაობენ კოსმოსურ კვლევასთან დაკავშირებული ქვეყნები.

აღსანიშნავია, რომ ამ მიმართულებით დიდი წარმატებით მუშაობენ ქართველი მეცნიერები პროფესორ ელგუჯა მეძმარიაშვილის ხელმძღვანელობით, რომლებმაც შექმნეს არა ერთი ტრანსფორმირებადი კონსტრუქციები, რომლებიც დანერგილია და მუშაობენ როგორც კოსმოსში, ისე დედამიწის პირობებში. ამ მიმართულებით ამერიკელ, ევროპელ, რუს, და სხვა ქვეყნების მეცნიერებთან ერთად მუშაობას აგრძელებენ ქართველი მეცნიერებიც, რაც მიუთითებს ამ დარგის ქართველი მეცნიერების მაღალ დონეზე.

სამოქალაქო ინჟინრების მონაწილეობა კოსმოსურ კვლევასთან დაკავშირებულ კვლევებში

პირველ რიგში სამოქალაქო ინჟინრები მონაწილეობას იღებენ კოსმოსური სადგურის კონსტრუქციების დაპროექტებაში. ისინი მონაწილეობენ კვლევებში და დაპროექტებაში, როგორც სადგურის, სატრანსპორტო აპარატების, ისე ტრანსფორმირებადი თანამედროვე კონსტრუქციების შექმნაში. ამასთან ინჟინრები მონაწილეობენ მიწისზედა სამსახურებისათვის ნაგებობების დაპროექტებაში, რომლებიც აუცილებელია კოსმოსური სისტემების ფუნქციონირებისათვის.

სამოქალაქო ინჟინრების მიერ კოსმოსური სადგურიდან ხანგრძლივი დაკვირვების დროს მათი ცოდნის გამოყენება მეტად მნიშვნელოვანია გარკვეული დარგების გასანვითარებლად. ამ მიზნით გაწეული შრომა მიეკუთვნება ერთ-ერთ ყველაზე მაღალი კატეგორიის სამუშაოებს.

3. დასკვნა

კოსმოსის კვლევა და მასთან დაკავშირებული პრობლემების შესწავლა კვლავ დიდი ინტენსივობით გრძელდება მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების მიერ. ასეთი კვლევები იძლევიან უამრავ ახალ ინფორმაციას, რაც საჭიროა დედამიწაზე მაცხოვრებელი ხალხების განვითარების, ცხოვრების დონის ამაღლების, უსაფრთხოების და სხვა საკითხების გადასაწყვეტად. ჩვენთვის ძალზე მნიშვნელოვანია, რომ ამ საკითხების გადაწყვეტაში მონაწილეობდა და კვლავ მონაწილეობს ქართველი მეცნიერები, რაც მეტად საამაყოა.

ლიტერატურა

1. სტიუარტ ჯონსონი – აშშ-ის ტექნოლოგიის ინსტიტუტი, ოჰაიოს შტატი, დაიტონი. 1990წ.

ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ნაგებობის კონსტრუქციის ბმული მოდელის ლაბორატორიულ-ექსპერიმენტული გამოცდა, ინოვაციური პროექტის შემუშავება და მისი რეალიზაციის შესაძლებლობა

ზ. ციხელაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *განხილულია ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი საინჟინრო-ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის ბმული მოდელის ლაბორატორიულ-ექსპერიმენტული გამოცდა, ინოვაციური პროექტის შემუშავება, ადგილობრივ და საერთაშორისო ბაზარზე მისი რეალიზაციის შესაძლებლობა. ნოვაცია შემუშავებულია ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური დაცვის მიზნით, იმ ტერიტორიებზე, სადაც ინტენსიურად აღინიშნება სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის (პლაჟის) შეუქცევადი წარეცხვები და ა.შ. აღნიშნული ინოვაციის დანერგვა ასევე შესაძლებელია ღია ნავსადგურების შემოზღუდვის რეკონსტრუქცია-განვითარების პროექტებში.*

საკვანძო სიტყვები: *ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი საინჟინრო ჰიდროტექნიკური ნაგებობა, მოდელის ლაბორატორიულ-ექსპერიმენტული გამოცდა, ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლი, ეკოლოგიური უსაფრთხოება, ღია ნავსადგურების შემოზღუდვის რეკონსტრუქცია-განვითარების პროექტი, ინოვაციური პროექტი და მისი რეალიზაცია ადგილობრივ და საერთაშორისო ბაზარზე.*

1.შესავალი

დღევანდელი მდგომარეობით საქართველოს სანაპიროს შავი ზღვის შტორმული ტალღების არასასურველ ზემოქმედებას ექვემდებარება ბათუმის მიმდებარე სანაპირო-რეკრეაციული ზოლი (ბულვარი, ახალი ბულვარი, ადლია-აეროპორტის ტერიტორია და საერთოდ საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო პერიმეტრი), თურქეთის ტერიტორიაზე „დერინერის” მაღლივი კაშხლის აგებისა და მდ. ჭოროხის მყარი ნატანის გადაკეტვის შედეგად კატასტროფული წარეცხვები ემუქრება აჭარის შავი ზღვის სანაპიროს. აგრეთვე, ტალღების ზემოქმედებით კატასტასტროფული მდგომარეობა იქმნება ჩაქვი-ქობულეთი-ურეკის მონაკვეთზე, ფუძის გრუნტის გამორეცხვებისა და დეფორმაციების შედეგად ინგრევა ფოთის ნავსადგურის დამცავი კედელი, ზღუდარი (მოლი) [3,4].

წარეცხვებს ექვემდებარება აგრეთვე „ბაქო-სუფსის” ნავთობსადენის ტერმინალის მიმდებარე სანაპიროც. აღნიშნული გარემოებანი დაკავშირებულია მნიშვნელოვან ეკონომიკურ და ეკოლოგიურ ზარალთან.

ანალოგიურ მოვლენებთან გვაქვს საქმე არა მარტო საქართველოს, არამედ მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის ხმელეთში მოქცეული (დახურული) ზღვების სანაპირო ზოლებში.

საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლი იწყება სამხრეთით თურქეთის საზღვართან - სარფში და მთავრდება ჩრდილოეთით - ლესელიძეში, მდინარე ფსოუსთან (სიგრძე 330 კმ). შავი ზღვა საქართველოს სანაპიროს მთელ სიგრძეზე პრაქტიკულად უტევს ხმელეთს, ამიტომ საჭიროა ვიცოდეთ შავი ზღვის ღელვის რამდენიმე მნიშვნელოვანი მახასიათებელი: ზღვის ღელვის ინტენსივობა, ტალღების სიმაღლე და მათი სიჩქარე დამოკიდებულია ქარის სიჩქარეზე, მის ხანგრძლივობაზე და ტალღის აჩქარებაზე.

საქართველოს ნაპირებთან, სადაც ზღვის სიღრმეები შედარებით დიდია, ტალღებიც მაღალია. მაგალითად, ფოთთან ხშირად ფიქსირდება ტალღის სიმაღლე 3-4 მეტრამდე, ღია ზღვაში 7-8 ბალი ქარის დროს ტალღის საშუალო პარამეტრებია: სიჩქარე - 2,4-5 მეტრი წამში, პერიოდი 6-7 წამი, ტალღის სიგრძე - 10-70 მეტრი, სიმაღლე 1.5-2.5 მეტრი. დიდი შტორმის დროს ტალღის სიმაღლე აღწევს 5-6 მეტრს, ხოლო სიგრძე 70-80 მეტრია. ამავე დროს 4-5 ბალი ქარის შემთხვევაში, თუ ტალღის პერიოდია 11 წამი, დარტყმის ძალა შეადგენს 5,7 ტონას 1 კვადრატულ მეტრზე [1].

მოცემულ კონტექსტში დასმული პრობლემის სამეცნიერო კვლევას - ახალი ფორმის მოტივტივე ეფექტური ტალღაშემარბილებელი საინჟინრო-ჰიდროტექნიკური ნაგებობის შემუშავების მიზნით, საპილოტე პროექტისთვის ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის მოდელების ბმულის ექსპერიმენტულ გამოცდას ლაბორატორიულ პირობებში (სანაპირო-რეკრეაციულ ზოლში შემუშავებული ინოვაციური ტექნოლოგიის დანერგვის მიზნით) - უდიდესი ინოვაციური და პრაქტიკული მნიშვნელობა ენიჭება ადგილობრივ და საერთაშორისო ბაზარზე სარეალიზაციოდ.

2. ძირითადი ნაწილი

შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ფონდის № ღ/360/3-105/13 საგრანტო პროექტის სამუშაო გეგმით გათვალისწინებული იყო ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ეფექტური ნაგებობის კონსტრუქციის შემუშავება. ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი მოწყობილობის შექმნის უმთავრესი პირობა იყო ისეთი ეფექტური ფორმის ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის შერჩევა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება ნაგებობაზე (ტივტივა მოწყობილობის ელემენტზე) მოსული (ზემოქმედი) ტალღის ენერგიის კომპლექსურად და ეფექტურად შერბილება. აღნიშნული მიიღწევა კომპლექსის ბმულში გაერთიანებულ თითოეულ ტივტივა მოწყობილობაზე მომწყდარი ტალღის ენერგიის დატვირთვის თანაბარი გადანაწილების შემთხვევაში, როცა კონსტრუქციის ელემენტის მიერ ტალღის ენერგიის გახლეჩა-გადანაწილება ხდება ტალღის ვექტორული სიჩქარითი მდგენელების შემოთავაზეული (დაგეგმილი) განაწილების სქემის მიხედვით. ამავე დროს უნდა ითქვას, რომ დამყარებული ტალღის ვექტორული სიჩქარითი მდგენელების შემოთავაზეული განაწილება მიიღწევა თავად მოწყობილობის ტივტივა ფუძისა და მასში ჩადგმული სამკუთხა პრიზმის ფორმის ელემენტებით (ეს ძირეული პრინციპი ანალოგიურად გამოყენებულია გემის წინა მჭრელი ქიმის კონსტრუქციაშიც). ამასთან ტალღის ენერგიის კომპლექსურ შერბილებაში იგულისხმება ზემოქმედი ტალღის როგორც ვექტორული სიჩქარითი განაწილების, ასევე ამ მიმართულებებით შექმნილი უკვე დანაწევრებული ტალღების ფიქსირებული ნაკადების ურთიერთშეჯახების ეფექტიც.

ამრიგად, ზღვის სანაპირო რეკრეაციული ზოლისა და ღია ნავსადგურის შტორმული ტალღებისაგან დასაცავად კვლევის პრობლემად განისაზღვრა ახალი ფორმის ეფექტური მოტივტივე ტალღაშემარბილებელ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ბმული კომპლექსის შემუშავება, შესაბამისად, კვლევის ამოცანებს შეადგენს [2- 6].

- მოტივტივე ტალღშემარბილებელი ნაგებობების სამეცნიერო-ექსპერიმენტული კვლევის ზოგადი მეთოდოლოგიის შემუშავება და ორგანიზაციული საკითხები;
- ჰიდროდინამიკური და ფიზიკური მოდელირების საფუძველზე ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ეფექტური საცდელი მოდელის შერჩევა, საექსპერიმენტო მოდელების ბმულის კონსტრუირება და აგება;
- ჰიდროდინამიკური მოდელირების საფუძველზე ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის მოდელების ბმულის ექსპერიმენტული გამოცდა ლაბორატორიული ტალღაგენერატორის

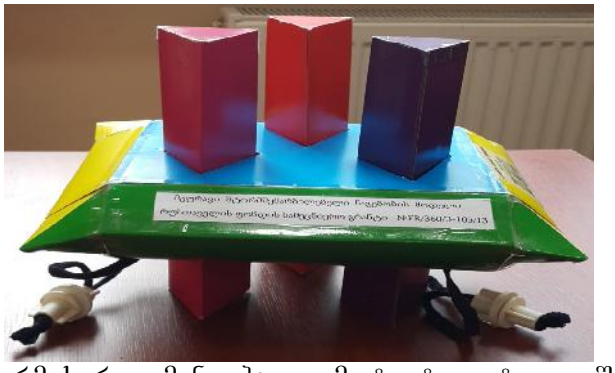
დახმარებით შავი ზღვის მახასიათებელი ტალღების რეჟიმული გენერაციის პირობებში;

- სამეცნიერო-ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების ჰიდროდინამიკური ანალიზი, ტექნოლოგიური სიახლე და ინოვაციური წინადადების შემუშავება ადგილობრივ და საერთაშორისო ბაზარზე სარეალიზაციოდ.

პრობლემის გადასაწყვეტად ჩვენ მიერ შემოთავაზებული იქნება ინოვაციური ტექნოლოგია, რომლის დანერგვასაც (საპილოტე პროექტის სახით) უპირველესად ვგეგმავთ ბათუმის, ფოთისა და ურეკის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის მიმდებარე ზღვის შელფში მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის ბმული კომპლექსის სახით.

კომპიუტერული ჰიდროდინამიკური მოდელირებით დადგინდა ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის (ელემენტის) საექსპერიმენტო-საცდელი მოდელი (სურ. 1) და დაიგეგმა ამ მოდელების ბმულის ექსპერიმენტული გამოცდა ტალღაგენერატორის დახმარებით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ლაბორატორიულ პირობებში შავი ზღვის მახასიათებელი მოკლე ტალღების რეჟიმული გენერაციის პირობებში (სურ. 4,5).

ქვემოთ მოგვყავს საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის წყალთა მეურნეობის ინსტიტუტის ლაბორატორიულ პირობებში 2016 წლის 23 სექტემბერს ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის (ელემენტის) საექსპერიმენტო-საცდელი მოდელების ბმულის გამოცდის პროცესის ამსახველი ფოტო მასალა, სადაც: სურ. 2-ზე გადაღებულია საგრანტო პროექტის მეცნიერ თანამშრომლები (თემის ხელმძღვანელი პროფ. ზ. ციხელაშვილი, წამყვანი მეცნიერი ი. ქადარია და მოდელის კონსტრუქტორი ინჟ. გ. დოლიძე), სურ. 3-ზე ნაჩვენებია ლაბორატორიულ საცდელ აუზში ჩადგმული ახალი ფორმის რეკომენდებული კონსტრუქციის მოდელების ბმული ექსპერიმენტის დაწყებამდე, ხოლო სურ. 4 და სურ. 5-ზე კი ასახულია ტალღის შერბილების სათვალსაჩინო მომენტები, განხორციელებული ტალღაგენერატორის ზემოქმედებით შავი ზღვის მახასიათებელი მოკლე ტალღების გენერაციის რეჟიმში, ცდის დაწყებიდან 6 წამის პერიოდის განმავლობაში (დროის ეს პერიოდი აღებულია აუზის სიმოკლის გამო - მოდელების ბმულზე ტალღის უკუდარტყმის ეფექტის გამორიცხვის მიზნით).



სურ.1 ახალი ფორმის რეკომენდებული მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის მოდელი

აღსანიშნავია, ცდის დაწყებამდე აუზის წყლის სარკის ზედაპირი იყო 55 სმ, ხოლო ტალღაგენერატორის მეშვეობით მიღწეული ტალღის მაქსიმალური სიმაღლე მზომი ლარტყის მიხედვით - 70 სმ, ხოლო მოდელების ბმულის შემდეგ განთავსებულ ლარტყაზე მოქმედი ტალღის გავლის შემდეგ საზომ ლარტყაზე აღინიშნა - 60 სმ. ცდების განმეორებით დაფიქსირდა აგრეთვე 70-64 სმ და 65-60 სმ კომბინაციები. თუ მხედველობაში მივიღებთ იმ გარემოებას, რომ ტალღაგენერატორის მუშაობის რეჟიმი ეთანადება 6 მ-იანი ტალღების შექმნის

შესაძლებლობას, ხოლო თავად მოდელები აგებულია რეალური ნაგებობის ზომებიდან 1/20 მასშტაბში შემცირებით, მაშინ ცდისეული შედეგები შეესაბამება საკვლევი მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი მოდელების ბმული კონსტრუქციის მიერ ტალღების 40-45 %-იანი შერბილების ეფექტს, რაც საკმაოდ მაღალ შედეგად შეფასდება.

ლაბორატორიული ცდით მიღებული შედეგი საფუძველს იძლევა შემოთავაზებული ახალი ფორმის ეფექტური ნაპირდამცავი ტალღაშემარბილებელი მოტივტივე ჰიდროტექნიკური ნაგებობა გამოყენებულ იქნას ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლისა და ღია ნავსადგურების შტორმული ტალღებისგან ეკოლოგიური დაცვის უზრუნველყოფის პრობლემის გადასაჭრელად. კერძოდ, შემუშავებულ იქნას ინოვაციური პროექტი ხმელეთში მოქცეული (დახურული) ზღვების სანაპირო-რეკრეაციული ზოლების ეკოლოგიური დაცვის მიზნით მოტივტივე ნაპირ დამცავი, ეფექტური ახალი ფორმის ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კომპლექსის გამოყენებით. ამასთან შემუშავებული ინოვაციური ტექნოლოგია შეიძლება რეკომენდებულ იქნას სარეალიზაციოდ ადგილობრივ და საერთაშორისო ბაზარზე მოთხოვნადი მაღალტექნოლოგიური პროდუქტის სახით. თუ გავითვალისწინებთ, რომ საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო ზოლი იწყება სამხრეთით, თურქეთის საზღვართან - სარფში და მთავრდება ჩრდილოეთით ლესელიძეში, მდინარე ფსოუსთან (სიგრძე 330 კმ.) და ის სანაპირო ხმელეთს პრაქტიკულად მთელ სიგრძეზე უტევს, მაშინ შემოთავაზებული ნოვაციის რეალიზაციის კარგი პერსპექტივა იქმნება. ანალოგიურ შემთხვევებთან გვაქვს საქმე სხვა დახურული ზღვების (ხმელთაშუა, კასპის და ა.შ) პირობებშიც. ინოვაციური ტექნოლოგიის გამოყენების კარგი შესაძლებლობა იქმნება ღია საზღვაო ნავსადგურების პირობებშიც, რადგან მათ გამართულ მუშაობაზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ნებისმიერი საზღვაო ქვეყნის ეკონომიკური კეთილდღეობა, საგარეო-სატრანსპორტო გადაზიდვების ორგანიზაცია, კულტურულ-ეკონომიკური კავშირ-ურთიერთობების განვითარება და სხვ. ამასთან ღია ნავსადგურები და მათი აკვატორიები, წლის გარკვეულ პერიოდებში, როგორც წესი, განიცდიან ზღვის შტორმული ტალღების არასასურველ ზემოქმედებას, რაც აფერხებს საზღვაო ტრანსპორტის ნორმალურ ფუნქციონირებას, ამიტომ მათი შემოზღუდვა შემოთავაზებული ახალი ფორმის ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კომპლექსის გამოყენებით მეტად ეფექტური იქნება. აგრეთვე, როგორც აღვნიშნეთ, ეფექტური იქნება ახალი ფორმის ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კომპლექსის გამოყენება შტორმული ტალღების ზემოქმედებისაგან სანაპირო ზოლების მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური დაცვის მიზნით, რაც მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ზარალთანაა დაკავშირებული. აღსანიშნავია აგრეთვე შტორმის დროს ზღვისპირა ქალაქების სანიაღვრე წყალარინების სისტემების ნორმალური ფუნქციონირების შეფერხებაც, რომელიც ასევე ახალი ფორმის ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კომპლექსის გამოყენებით გამოირიცხება.

სურ.2 საგრანტო პროექტის მეცნიერ თანამშრომლები (თემის ხელმძღვანელი, პროფ. ზ. ციხელაშვილი, წამყვანი მეცნიერი, პროფ. ი. ქადარია და მოდელის კონსტრუქტორი ინჟ. გ. დოლიძე)

სურ.3. ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის (ელემენტის) მოდელების ბმული

სურ 4. ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის (ელემენტის) საექსპერიმენტო-საცდელი მოდელების ბმულის გამოცდა სამეცნიერო ლაბორატორიაში ტალღაგენერატორის დახმარებით

სურ. 5. ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის (ელემენტის) საექსპერიმენტო-საცდელი მოდელების ბმულის გამოცდა სამეცნიერო ლაბორატორიაში ტალღაგენერატორის დახმარებით

აღსანიშნავია, რომ შტორმული ტალღების მავნე ზემოქმედების უგულებელსაყოფად, თანამედროვე მდგომარეობით, აწარმოებენ შერჩეული სანაპირო-რეკრეაციული ზოლების ეკოლოგიურ-დაცვით სამუშაოებს (შერჩევით სანაპირო ზოლებში ინერტული მასალის დაყრით, ნავსადგურის აკვატორიის პერიმეტრის შემოზღუდვა სხვადასხვა ტიპის ტრადიციული ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მოწყობით და სხვ.), რაც ხშირ შემთხვევებში არაეფექტური და ძვირადღირებულია, ამასთან, მოითხოვს რეგულარული სამუშაოების ჩატარებას წარეცხილი მოცულობის აღსადგენად [3,4].

აღსანიშნავია, რომ შემუშავებული ინოვაციური ტექნოლოგია ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის წარეცხვისაგან დაცვის სხვა არსებულ მეთოდებთან შედარებისას, ხასიათდება მაღალი ხანმედეგობით და რიგი, ეკოლოგიურ-ეკონომიკური უპირატესობით. მაგალითად, თუ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსის მუშაობის საექსპლუატაციო ვადა სულ მცირე 60 წლით განისაზღვრება, პროექტის განხორციელებით, გარდა იმისა, რომ დაიზოგება თანხა ნაპირწარეცხვის და დატბორვის საწინააღმდეგო სამუშაოებისთვის საჭირო ინერტულ მასალებზე, აღარ დაზიანდება მდინარეების კალაპოტები, საიდანაც ინერტული მასალების ამოღება ხდება. რეკრეაციულ-საპლაჟე ზოლი ასევე გათავისუფლდება სხვადასხვა კონსტრუქციის ბეტონის ნაგებობებისგან, რომლებიც არაეფექტური და ძვირია, ამასთან 15-20 წლის შემდეგ კვლავ ითხოვს განახლებას.

აღნიშნული მახასიათებლების მიხედვით მიზანშეწონილი იქნება დაიგეგმოს ბათუმის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის შელფში, შერჩევით მონაკვეთებზე (აღლია-ბულვარის მიმდებარე ტერიტორიები) საპილოტე პროექტის საწარმოო გამოცდა და შესაბამისად, მოხდეს ამ პროექტისათვის სათანადო ტექნიკურ-ტექნოლოგიური მაჩვენებლების მიხედვით შედგენილი პროექტის წარდგინება განსახორციელებლად.

ქვემოთ მოცემულია ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის ბმული კომპლექსის აგების რიგი თავისებურებები: კერძოდ, ეს ნაგებობა პოლიეთილენ-ლუპოლენის მზის სხივებისა და მარილიანი წყლისადმი მაღალმედეგი მასალით იქნება დამზადებული. მისი შემადგენელი ელემენტების ზომა 11ხ9ხ6 მეტრია. ნაგებობები პორიზონტალურად ერთმანეთთან ბმულში 1,5-2 მეტრის ინტერვალით იქნებიან ჩაბმული და ამგვარად ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა მოტივტივე ჯაჭვს ქმნიან. ეს ჯაჭვი ზღვის ნაპირიდან 50-150 მ. დაცილებით, 8-10 მეტრ სიღრმის ზღვის შელფში თავსდება (განთავსება დამოკიდებულია ზღვის შელფის ფსკერის პროფილზე) და სპეციალური საიმედო და მოქნილი ბაგირებით ცალკეულ ნაგებობებს აერთებს ფსკერზე ჩამონტაჟებულ მასიურ ღუზებთან (ან ბეტონის ტვირთთან). ტალღის ენერგიის ნაწილობრივ შერბილება კი ხდება ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის ფუძის წყალქვეშა და წყალზედა ნაწილში მყარად ჩამაგრებული სამკუთხა პრიზმის ფორმის ელემენტების საშუალებით (სურ.1). აღსანიშნავია, რომ მოტივტივე ტალღაშემარბილებელ საინჟინრო-ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა კომპლექსის მოწყობა იმ ტერიტორიებზეა რეკომენდებული, სადაც ინტენსიურად აღინიშნება პლაჟის შეუქცევადი ნაპირწარეცხვები, დატბორვები, რეკრეაციული კომფორტის მოშლა, აგრეთვე, ღია ნავსადგურებზე მათი შტორმული ტალღებისგან დაცვის მიზნით (რათა შტორმიან ამინდში დაცული ტერიტორიზე შესაძლებელი იყოს ნებისმიერი ზომის საზღვაო ტრანსპორტის განთავსება და მისი მანევრირება).

ღია ნავსადგურებისა და სანაპირო-რეკრეაციული ზოლების შტორმული ტალღებისაგან დაცვის არსებული ხერხებისგან (ბეტონის კაპიტალური დამცავი კედლების ამოყვანა, ლითონის კონსტრუქციული ნაგებობების სისტემის და სხვ. შემომზღუდავი საშუალებების მოწყობა) განსხვავებით, შემოთავაზებული ინოვაციური ტექნოლოგიით აგებული პროექტის განხორციელება განსაკუთრებით ეფექტური და რენტაბელური იქნება შემდეგი ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების გამო: ნაგებობის კონსტრუქციული მდგრადობა, შტორმმედეგობის მოთხოვნილი ეფექტი, თანამედროვე მსუბუქი არაკოროზიული მასალის გამოყენება და ნაგებობათა კომპლექსის მოწყობის შედარებითი ეკონომიურობა, ექსპლუატაციის საიმედოობა და შეკეთებისუნარიანობა, რეკრეაციული ზონების ხელშეუხებლობა, ნაგებობათა მონტაჟის მცირე დრო, ზღვაში სამუშაოების წარმოების მოხერხებულობა, ნაგებობათა ფასადის ესთეტიკურად მისაღები დიზაინის ფორმის შერჩევა-გაფორმება და სხვ.

შემოთავაზებული ინოვაციური პროექტის განხორციელება (აღნიშნული მახასიათებლების გათვალისწინებით, შედარებით მცირე დანახარჯებით), შესაძლებელი იქნება როგორც სარეაბილიტაციო ან ახალმშენებარე ნავსადგურის,

ასევე სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის პირობებში, რაც სათანადო ქმედუნარიანობასა და სიცოცხლისუნარიანობას შესძენს ამ ობიექტებზე ჩასატარებელ ეკოლოგიურ-პრევენციული ღონისძიებების გატარებას. აამაღლებს საერთაშორისო დანიშნულების ღია ნავსადგურებისა და სანაპირო-რეკრეაციული ზოლების მშენებლობის საიმედოობას; ეფექტურს გახდის რეკრეაციული ზოლების ეკოლოგიური დაცვის რეკომენდაციების შემუშავებასა და მათ განხორციელებას (ნაპირწარეცხვებისგან დაცვა, შტორმის დროს სანიაღვრე კანალიზაციის შეუფერხებელი მუშაობა, დამსვენებელთა და ტურისტებისთვის რეკრეაციულ-კომფორტული დონის ამაღლება (სურ.6,7) და სხვ.), რაც თანამედროვე მდგომარეობით ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის მიმდებარე ნებისმიერი დასახლებული ადგილისა და ქალაქებისათვის განსახორციელებლად აქტუალური და დროულია.

ინოვაციური პროექტის განსახორციელებლად, პირველ რიგში, საჭირო იქნება საქართველოს რეგიონალური განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის, ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების და გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროების ეგიდით ამ პრობლემით დაინტერესებული ინვესტორების, კოლაბორატორებისა და სხვა საქმიანი პირების მოძიება და მათი ინფორმირება შემოთავაზებული საკითხის აქტუალობის, ინოვაციური პროექტის მაღალტექნოლოგიურობისა და კონკურენ ტუნარიანობის შესახებ. აღნიშნული გარემოება გარკვეულ საფუძველს შექმნის საქართველოს შავი ზღვის სანაპირო-რეკრეაციულ ზოლში (და არა მარტო საქართველოს) არსებული ეკოლოგიური პრობლემების გადასაწყვეტად. ამასთან, პირველ რიგში, მიზანშეწონილი იქნება ქ. ბათუმის, ჩაქვის, ქობულეთის, ფოთისა და ურეკის მიმდებარე სანაპირო-რეკრეაციულ ზოლში შერჩევით მონაკვეთზე ჩვენ მიერ შემოთავაზებული საპილოტე-საცდელი პროექტის განხორციელება.

ამ მიზნით საპილოტე პროექტის საწარმოო გამოცდა დაგეგმილია მოეწყოს, კერძოდ, ქ. ბათუმის ბულვარის სანაპირო ზოლის შელფში, შერჩევით მონაკვეთებზე-ნაპირიდან დისტანციურად (საბანაო-სარეკრეაციო საზღრების თანხვედრად), =1000 მ მანძილზე განთავსდება სამკუთხა პრიზმის ფორმის მოტივტივე ჰიდროტექნიკურ ნაგებობათა ბმული კომპლექსი, რომლის შემადგენელი ცალკეული მოტივტივე ელემენტები ზღვის შელფში ჩამონტაჟებულ მასიურ ღუზებთან საიმედო მოქნილი ბაგირებით იქნება ჩაბმული. შემომზღუდავი საპილოტე პროექტი კიდევ ერთხელ დაასაბუთებს მისი საწარმოო-პრაქტიკული გამოყენების ეფექტურობას. სისტემის სამრეწველო დანერგვის შემთხვევაში კი მიიღწევა ზღვის შტორმული ტალღების ზემოქმედებით გამოწვეული ინტენსიური და შეუქცევადი სახის ნაპირწარეცხვების შემცირება; შტორმიან ამინდში მოწესრიგდება ქალაქის სანიაღვრე წყალარინების (კანალიზაციის) სისტემის მუშაობა; დაიგეგმება ქ. ბათუმის და ქ. ფოთის კარიბჭე ნავსადგურების შემოზღუდვის ეფექტური სარეაბილიტაციო-განახლების სამუშაოები; თავიდან იქნება აცილებული სანაპირო ზოლის და ქალაქის ტერიტორიების შესაძლო დატბორვები და სხვა ეკოლოგიურ-ეკონომიკური ზარალი; მოსახლეობისა და ტურისტ-დამსვენებელთათვის შეიქმნება კომფორტული და კულტურული დასვენების პირობები (სურ.6,7).

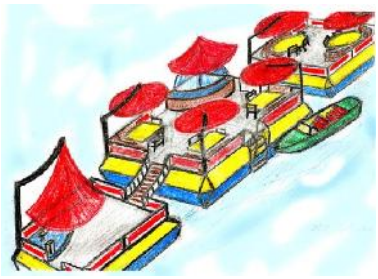
პროექტს მისი პრაქტიკულობიდან და სიიაფიდან გამომდინარე ადგილობრივ და საერთაშორისო მასშტაბით დანერგვის კარგი პერსპექტივა გააჩნია, თუმცა ვიდრე ამ ახალი ტიპის ტალღაშემარბილებელ ჰიდროტექნიკურ ნაგებობას მსოფლიო გამოიყენებს, ალბათ უპრიანი იქნება მისი სიკეთით ჯერ საკუთარ ქვეყანაში ვისარგებლოთ. იმედს ვიტოვებთ, რომ შესაბამისი სტუქტურები აღნიშნული ინოვაციური ტექნოლოოგიით დაინტერესდებიან და მის დანერგვას შეუწყობენ ხელს, კერძოდ:

- შემოთავაზებული ახალი ფორმის ეფექტური მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნუიკური ნაგებობის ბმული კომპლექსის მოწყობით სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის ტერიტორიებზე მნიშვნელოვნად შემცირდება ადგილობრივი წარეცხვების მოცულობა ნატანის მიგრაციის გათვალისწინებით.

- ახალი ფორმის ეფექტური მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის ბმული კომპლექსის მოწყობა ზოგადად ხელს შეუწყობს სანაპირო ზოლის ინფრასტრუქტურის კეთილმოწყობა-განაშენიანებასა და მის ეკოლოგიურ დაცვას, შესაბამისად შესაძლებელი გახდება პლაჟსა და ღია ნავსადგურებზე (ბათუმი, ფოთი და სხვ.) ინოვაციური პროექტების განხორციელება.
- აღნიშნული ღონისძიებების განხორციელება მიზანშეწონილია მისი ეფექტურობის, ხანმედეგი (არა ნაკლები 60 წელი) და საიმედო ექსპლუატაციისა და ეკონომიკური მაჩვენებლების გამო დღემდე არსებულ სხვა ტიპის ნაპირდამცავ ნაგებობებთან შედარებით.
- ახალი ფორმის ეფექტური მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობის ბმული კომპლექსის საფუძველზე ინოვაციური წინადადების რეალიზაციას ადგილობრივ და საერთაშორისო მასშტაბით კარგი პერსპექტივა აქვს - პრობლემის გადაწყვეტის პრაქტიკული მნიშვნელობისა და მისი განხორციელების მისაღები ღირებულებიდან გამომდინარე.

3. დასკვნა

განხილულია ახალი ფორმის მოტივტივე ტალღაშემარბილებელი საინჟინრო-ჰიდროტექნიკური ნაგებობის კონსტრუქციის ბმული მოდელის ლაბორატორიულ-ექსპერიმენტული გამოცდა, ინოვაციური პროექტის შემუშავება, ადგილობრივ და საერთაშორისო ბაზარზე მისი რეალიზაციის შესაძლებლობა. ნოვაცია შემუშავებულია ზღვის სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის მიმდებარე ტერიტორიების ეკოლოგიური დაცვის მიზნით, იმ ტერიტორიებზე, სადაც ინტენსიურად აღინიშნება სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის (პლაჟის) შეუქცევადი წარეცხვები და ა.შ. აღნიშნული ინოვაციის დანერგვა ასევე შესაძლებელია ღია ნავსადგურების შემოზღუდვის რეკონსტრუქცია-განვითარების პროექტებში.



ნახ. 6.

ნახ.7.

ლიტერატურა

1. Сборник. Черное море, под редакции А. Вылканова. Гидрометеоиздат. М. 1983.
2. ზ. ციხელაშვილი, ა. ფრანგიშვილი, ნ. ჩხეიძე და სხვ. საქართველოს პატენტი გამოგონებაზე № 5600
3. ა. ფრანგიშვილი, ზ. ციხელაშვილი, ი.ქადარია, ნ.ჩხეიძე, პ.გიორგაძე. სანაპირო-რეკრეაციული ზოლის ნაპირდამცავი მოტივტივე შტორმშემარბილებელი ჰიდროტექნიკური ნაგებობა. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №4(39), თბილისი, 2015, გვ.15-20.
4. ა.ფრანგიშვილი, ზ. ციხელაშვილი, ნ.ჩხეიძე, ი.ქადარია, პ.გიორგაძე. სანაპირო არეებში მორივტივე ტალღაშემაბილებელი ნაგებობების მოწყობისას მოსალოდნელი შედეგები. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(42), თბილისი, 2016, გვ. 22-26.
5. თ. გველესიანი. „წყლის ტალღების გენერაციასთან დაკავშირებული ცდების მართვა“, ჰიდროინჟინერია № 1-2 (9-10), თბილისი, 2010 წ.
6. Gvelesiani T. Dynamic action of impulse waves on a wave dampaner.Energyonline № (3), 2010 /www.Energyonline.ge/ (ქართულად-იმპულსური ტალღების დინამიკური ზემოქმედება ტალღის დემფერზე).

მეტროპოლიტენი როგორც რკინიგზის ტრანსპორტის სახეობა

თ. კუპატაძე, გ. კვანტალიანი, ზ. კუპატაძე, ნ. კუპატაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *სტატიაში განხილულია, რომ მრეწველობის სწრაფი ტემპით განვითარებამ, ფაბრიკების, ქარხნების, საფინანსო და სავაჭრო ცენტრების დიდ ქალაქებში თავმოყრამ, ამ ქალაქებში მოსახლეობის არნახულმა ზრდამ, სხვა პრობლებემბთან ერთად საქალაქო ტრანსპორტით მგზავრთა გადაყვანის საკითხიც მწვავედ დააყენა. ვინაიდან იმ დროისთვის არსებული მიწისზედა ტრანპორტი ვეღარ აკმაყოფილებდა მოქალაქეთა მოთხოვნებს, საჭირო გახდა ახალი ალტერნატიული სამგზავრო საშუალების შექმნა,რომელიც ნაწილობრივ მაინც მოხსნიდა სატრანსპორტო დაძაბულობას მგზავრთა გადაყვანის საქმეში. იმ მრავალ სპეციალისტებიდან, რომლებიც აღნიშნული პრობლემის გადაჭრაზე მუშაობდნენ, ყველაზე საინტერესო იდეა „მიწისქვეშა სარკინიგზო ხაზის მშენებლობის“ წამოაყენა ლონდონელმა ადვოკატმა ჩარლზ პირსონმა.*

საკვანძო სიტყვები: *მეტროპოლიტენი, მიწისქვეშა რკინიგზა, ფარი, ლიფტი, ექსკალატორი.*

1. შესავალი

მრეწველობის სწრაფი ტემპით განვითარებამ, ფაბრიკების, ქარხნების, საფინანსო და სავაჭრო ცენტრების დიდ ქალაქებში თავმოყრამ იქ მოსახლეობის არნახული ზრდა გამოიწვია. ამიტომ დიდ სამრეწველო ქალაქებში სხვა უამრავ პრობლემებთან ერთად საქალაქო ტრანპორტით მგზავრთა გადაყვანის საკითხიც მწვავედ დააყენა, რადგან მიწისზედა ტრანპორტი უკვე ვეღარ აკმაყოფილებდა მოქალაქეთა მოთხოვნებს,ტრამვაი უკიდურესი დატვირთვით მუშაობდა, გამოსავალი თითქმის არსაიდან ჩანდა. აუცილებელი იყო ახალი, ალტერნატიული სამგზავრო საშუალების შექმნა, რომელიც ქალაქებში სატრანსპორტო დაძაბულობას თუნდაც ნაწილობრივ მაინც მოხსნიდა.

მრავალი სპეციალისტი მუშაობდა ამ უაღრესად აქტუალური პრობლემის გადაჭრაზე. იყო საინტერესო წინადადებები, მაგრამ მათ განხორციელებაზე ქალაქების მესვეურები თავს იკავებდნენ.

2. ძირითადი ნაწილი

ლონდონელმა ადვოკატმა ჩარლზ პირსონმა წამოაყენა მიწისქვეშა სარკინიგზო ხაზის მშენებლობის იდეა.

ისევე, როგორც ყველა ახალ წამოწყებას, კონსერვატორმა ინგლისელებმა თავდაპირველად ამ წინადადებასაც ეჭვის თვალით შეხედეს და მის განხორციელებას მრავალი მოწინააღმდეგე გამოუჩნდა, მაგრამ ჯიუტმა ადვოკატმა დიდი მუშაობა ჩაატარა, რათა ქალაქის ხელისუფლების და სხვა სკეპტიკოსებისთვის დაემტკიცებინა, რომ ასეთი გზის მშენებლობალონდონისთვის ნამდვილი შვება იქნებოდა. დეტალური გაანგარიშებების და სათანადო დასკვნების შემდეგ მას ბევრმა დაუჭირა მხარი და გადაწყდა, რომ გაეყვანათ მიწისქვეშა რკინიგზა. შენებლობას ხელი მოჰკიდა სამშენებლო კომპანია „მეტროპოლიტენ“-მა (რაც ბერძნულად დიდ, მთავარ ქალაქს ნიშნავს), სწორედ ამ ფირმის სახელწოდება „მეტროპოლიტენი“ მიიღო მიწისქვეშა რკინიგზამ. მშენებლობა იმ პერიოდისთვის არნახულად მოკლე დროში-3,5 წელიწადში დასრულდა და 1863 წლის 10 იანვარს პირველ ხაზზე-პედინკტონ-ფედინკტონ-სტრიტზე მატარებლების მოძრაობა დაიწყო.

მაგრამ მისი ექსპლოატაციისას სხვა პრობლემებთან ერთად გაჩნდა კიდევ ერთი უხერხულობა, კერძოდ ის, რომ იმ პერიოდში საქალაქო და საერთოდ სარკინიგზო ტრანსპორტზე ელექტროენერგიის გამოყენება არ ხდებოდა, მითუმეტეს ამის გაკეთება წარმოუდგენელი იყო მიწის ქვეშ, ამიტომ სამგზავრო მატარებლები ძირითადად ქვანახშირით მომუშავე ორთქმავლებით მოძრაობდნენ, რაც იმ დროისთვის გამწევი მექანიკური ძალის ყველაზე გავრცელებულ სახეობად ითვლებოდა.

მეტროპოლიტენის ექსპლოატაცია გართულებული იყო იმათაც, რომ ორთქმავალი დიდი რაოდენობით კვამლს გამოყოფდა, რაც ავსებდა გვირაბებს და მგზავრებს მძიმე მდგომარეობაში აგდებდა. ამ კვამლის გვირაბიდან სწრაფად გამოდევნა ერთ-ერთი ყველაზე რთული პრობლემა იყო.მშენებლები ცდილობდნენ ცალკეული უბნები ღია წესით მოეწყოთ, რათა კვამლს გარეთ გამოსვლის საშუალება ჰქონოდა, ხოლო იქ, სადაც რკინიგზის ხაზი გადიოდა მიწიდან კვამლი ამოდიოდა, ამ უხერხულობის მიუხედავად მერტოპოლიტენის პირველმა ხაზმა მიწისზედა ტრანსპორტთან შედარებით დიდი უპირატესობა მოიპოვა და მისი განვითარება სწრაფად დაიწყო.

შემდგომში მეტროს მშენებლობაში ახალი კომპანიები ჩაერთვნენ, რომლებიც სამუშაოებს ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად და განსხვავებული პროექტებით აწარმოებდნენ. არ არსებობდა არავითარი კოორდინაცია, რამაც მდგომარეობა იქამდე მიიყვანა, რომ ლონდონის მეტროპოლიტენის სხვადასხვა უბნები ტექნიკური და მშენებლობის თვალსაზრისით ერთმანეთისაგან დიდად განსხვავდებოდნენ და რაც მთავარია მაგისტრალები დამოუკიდებლად მოქმედებდნენ.

მხოლოდ 1933 წელს მთელი ქსელი ლონდონის საქალაქო ტრანსპორტის გაერთიანებულ დირექციას გადაეცა,რამაც შესაძლებელი გახადა მშენებლობის და ექსპლოატაციის ერთიან სტანდარტში მოქცევა, ერთიანი ნორმატივების გამოყენება. 1953 წლის დასასრულისთვის გაიყვანეს ახალი ხაზები, რომლებმაც დამოუკიდებლად მომუშავე უბნები ერთმანეთს დაუკავშირა.

მეტროპოლიტენის მატარებლების მოძრაობა ორთქმავლის წევით 27 წლის მანძილზე ხდებოდა და მხოლოდ 1890 წლის 18 დეკემბერს გადაიყვანეს ელექტროწევაზე. პირველმა ელექტროფიცირებულმა მაგისტრალმა სიტის რაიონი სამხრეთ ლონდონის რკინიგზის ხაზთან შეაერთეს, რითაც ფაქტობრივად უზრუნველყოფილი იყო დედაქალაქის ცენტრის საქმიანი ნაწილისა და სამხრეთის კვარტალების საიმედო სატრანსპორტო კავშირი.

მშენებლობა ძირითადად ღია წესით მიმდინარეობდა, პირველი ხაზი, რომელიც დახურული მეთოდით გაიყვანეს, აგებული იყო 1870 წელს ინჟინერ ბელოუს პროექტის მიხედვით. გვირაბების გაყვანისას ქანების საბურღო ფარი და თუჯის ტიუბინგები გამოიყენეს, რომლებსაც ერთმანეთზე ქანჩებით ამაგრებდნენ. ტიუბინგმა თავისი სახელი სიტყვა „ტიუბ“-ისგან მიიღო, რაც მილს ნიშნავს. იმ პერიოდში ინჟინერ გრეტხედის მიერ შექმნილი ცილინდრული გვირაბების გამყვანი ფარები დღესაც წარმატებით გამოიყენება მიწის ქვეშ დიდი ჩაღრმავების გვირაბების გაყვანის დროს.

მე-20 საუკუნის 40-იანი წლების დასასრულს მეტროპოლიტენის მშენებლობაში დაიწყო რკინაბეტონის ტიუბინგების გამოყენება.

მშენებლობის პერიოდში ინჟინერმა ტომსონმა შექმნა მექანიკური ფარის კონსტრუქცია, რომელიც პირველად სენგორალის ხაზზე გამოიყენეს.მოგვიანებით ინჟინერმა პრეისმა შეიმუშავა მექანიკური ფარის მოდერნიზებული კონსტუქცია, რომელსაც მთელი რიგი გაუმჯობესებული დეტალებით თანამედროვე პირობებშიც იყენებენ გვირაბების და მეტროპოლიტენების მშენებლობების დროს.

მეტროში მგზავრთა ჩასაყვან-ამოსაყვანად გამოყენებული იყო ლიფტები და კიბეები, პირველი ექსკალატორი 1911 წელს ამუშავდა. ლონდონის მეტრო არის პირველი მიწისქვეშა ტრანსპორტის-მეტროპოლიტენების წინაპარი, რომელმაც გაამართლა და ამის შემდეგ მათი მშენებლობა სხვა დიდ ქალაქებშიც დაიწყო.

ნიუ-იორკი არა მარტო ამერიკის შეერთებული შტატების, არამედ მთელი მსოფლიოს ერთ-ერთი უდიდესი ქალაქია.ლონდონის მსგავსად იქაც მწვავედ დადგა საქალაქო ტრანსპორტის პრობლემა, ამიტომ მეტროპოლიტენის მშენებლობა იქ 1863 წელს დაიწყო და 3 წლის შემდეგ პირველი ხაზიც გაიხსნა, თუმცა შემდგომში დანარჩენი სადგურების მშენებლობა ნელი ტემპით მიმდინარეობდა.

საფრანგეთის დედაქალაქის პარიზის არნახულმა ზრდამ მე-19 საუკუნის შუა პერიოდში სერიოზული სატრანსპორტო გართულებები გამოიწვია. ამიტომ მიწისქვეშა რკინიგზის მაგისტრალის მშენებლობის საკითხი ინტენსიურად განიხილებოდა,მაგრამ საფრანგეთი-პრუსიის ომმა დიდი ხნით გადადო მისი განხორციელება. მხოლოდ 1898 წელს მარტის თვეში მიიღო ქვეყნის მთავრობამ გადაწყვეტილება 65 კილომეტრიანი 5 ხაზის მშენებლობის თაობაზე.

1900 წლის ივნისში პარიზში საექსპლოატაციოდ გადაეცა 13,5 კილომეტრიანი სიგრძის პირველი ხაზი 22 სადგურით, რომელსაც წლის განმავლობაში 40 მილიონი მგზავრი გადაჰყავდა.

რუსეთის იმპერიის ყველაზე დიდ ქალაქში-მოსკოვში ტრამვაი მე-19 საუკუნის ბოლოს გამოჩნდა. იგი იყო მასობრივი გამოყენების ერთ-ერთი პირველი ტრანსპორტი, მაგრამ აშკარა გახდა, რომ მომავალში მარტო ტრამვაის ანაბარა მოქალაქეთა დატოვება არ შეიძლებოდა და დაიწყეს სხვა სახის ტრანსპორტის განვითარებაზე ზრუნვა.

1902 წელს რუსეთში ჩამოვიდა ამერიკელი ინჟინერი გოფი, რომელმაც მთავრობას თავისი ფირმის სახელით სთხოვა ნებართვა მოსკოვში ჩაეტარებინა საძიებო სამუშაოები იმის გასარკვევად შეიძლებოდა თუ არა იქ ისეთივე მიწისქვეშა რკინიგზის გაყვანა, როგორიც უკვე მუშაობდა ლონდონში, ნიუ-იორკში და პარიზში. მთავრობამ ნება დართო.

მაგრამ ამ წინადადებას იმდენი წინააღმდეგობები შეხვდა საზოგადოებრიობის სხვადასხვა წრეებიდან და სამთავრობო სტრუქტურებიდან, რომ პროცესი გაჭიანურდა. მოსკოვი იზრდებოდა, იზრდებოდა მოსახლეობის რაოდენობაც, საქალაქო ტრანსპორტი უკიდურესად გადატვირთული იყო.

1931 წელს საკავშირო მთავრობამ მიიღო გადაწყვეტილება დედაქალაქის გენერალური რეკონსტრუქციის თაობაზე.სასწრაფოდ უნდა მოგვარებულიყო საქალაქო ტრანსპორტის პრობლემაც, ამიტომ 1932 წელს დაიწყო მოსკოვის მეტროპოლიტენის მშენებლობა, რომლის პირველი რიგი 1935 წლის 15 მაისს ჩადგა მწყობრში.

ამის შემდეგ ყოფილ სსრ კავშირში ამოქმედდა კიდევ ორი მეტროპოლიტენი-ლენინგრადში და კიევში. დღის წესრიგში მეოთხე-თბილისის მეტროპოლიტენის მშენებლობის საკითხიც დადგა.

3. დასკვნა

მე-19 საუკუნეში მრეწველობის სწრაფმა განვითარებამ ფაბრიკებისა და ქარხნების დიდ ქალაქებში თავმოყრამ მოსახლეობის არნახული ზრდა გამოიწვია, რამაც პრობლემები შეუქმნა საქალაქო ტრანსპორტით მგზავრთა გადაყვანას. საჭირო გახდა ახალი ალტერნატიული სატრანსპორტო საშუალების მოძებნა.ამ პრობლემის მოგვარება შესაძლებელი გახდა მიწისქვეშა სარკინიგზო ხაზის მშენებლობის დაწყებით.

ლიტერატურა

1. Колиничев В.П. Метрополитены-М. Транспорт,1988-280с.
2. Строительство Метрополитенов М. Транспорт 1987.

მაღლივ კარკასულ შენობებში გამოყენებული სეისმოდამცავი სისტემები

ლ. კახიანი, ლ. ვერულაშვილი, გ. ფუტკარაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას № 77,0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *სტატიაში გადმოცემულია მაღლივ კარკასულ შენობებში სეისმოდამცავი სისტემების გამოყენება, მათი სახეობები, აგებულება კონსტ-რუქციული გადაწყვეტა, ზემოქმედება სეისმური და ინერციული ძალის ცვლილებებზე, დეფორმაციის შემცირება და დინამიური მახასიათებლების დადგენა.*

საკვანძო სიტყვები: *მიწისძვრა, სეისმოდამცავი სისტემა, სიხისტე, ენერგიის განბნევა, ძალვები, დეფორმაციები.*

1. შესავალი

მიწისძვრა ბუნებრივ კატასტროფებს შორის ერთ-ერთი ყველაზე საშიში მოვლენაა, რომელსაც დიდ მაშტაბებში გამოვლენილს თან ახლავს ნგრევა, მსხვერპლი და დიდი რაოდენობით მატერიალური ზარალი. მიწისძვრას იწვევს დედამიწის წიაღში მიმდინარე პროცესები, როგორიცაა ვულკანის ამოფრქვევით გამოწვეული კასტრული ჩაქცევები, აფეთქებები და სხვა.ხშირ შემთხვევებში ამ პროცესის მთავარი გამომწვევი მიზეზი ტექტონიკური პროცესებია,რომელიც დედამიწის ლითოსფეროს და ზედა მანტიაში ხდება.

დედამიწაზე წელიწადში რამდენიმე ათასი მიწისძვრა ხდება, ზოგიერთი მათგანი დამანგრეველი სიმძლავრისაა, ზოგი კი ადამიანისათვის შეუმჩნეველი. მიუხედავად მეცნიერების დიდი მცდელობისა მიწისძვრის პროგნოზირება შეუძლებელია. მეცნიერების კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ როდესაც მზეზე ხდება აფეთქებები, ამ დროს დედამიწაზე იზრდება ტექტონიკური აქტივობა, ასევე დაკვირვებებმა ცხადყო, რომ დედამიწაზე მომხდარი მიწისძვრის შემდგომ მთვარეზე იწყება გარკვეული პროცესები, რაც გამოიხატება კრატერებში გაზის ნათებით. მიწისძვრებს თან ახლავს სხვადასხვა სტიქიური მოვლენები, როგორიცაა: ცუნამი, მეწყერი, ზვავი, ღვარცოფი, ხანძრები და სხვა.

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილ მოვლენებს ადამიანები გაანგარიშების მეთოდების სრულყოფით და საინჟინრო მეთოდებით ებრძვიან, აუმჯობესებენ შენობა-ნაგებობების საექსპლუატაციო პირობებს და ხანგამძლეობას.

2. ძირითადი ნაწილი

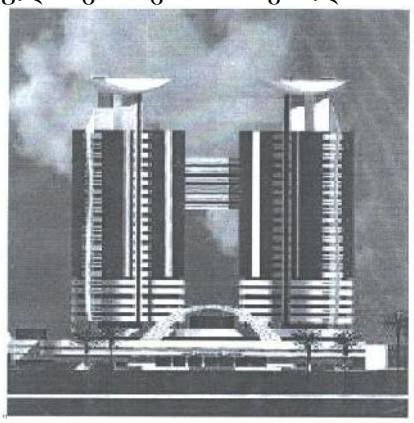
როგორც ცნობილია საქართველოს მთელი ტერიტორია მდებარეობს სეისმურად აქტიურ რეგიონში, ამიტომ სეისმომედეგი მშენებლობის პრობლემების გადაჭრა უმნიშვნელოვანესია ქვეყნის განვითარებისათვის.

უახლოეს პერიოდში მომხდარმა მიწისძვრის ანალიზმა დაადასტურა, რომ დაიღუპა მილიონობით ადამიანი, უამრავი ოჯახი დარჩა საცხოვრებლის გარეშე, ქვეყნებმა დახარჯეს მილიარდობით დოლარი, განადგურდა მრავალი შენობა-ნაგებობა და აუნაზღაურებელი ზიანი მიაყენა ეკონომიკას.

საანგარიშო მეთოდების სრულყოფის გარდა მეცნიერები ცდილობენ მშენებლობაში ფართოდ დაინერგოს სეისმოდამცავი სისტემები. ასეთი სეისმოდამცავი სისტემები ფართოდ გამოიყენება იაპონიაში, ჩინეთში, აღმოსავლეთ ევროპის ქვეყნებში, ამერიკის შეერთებულ შტატებში. სეისმოდამცავ სისტემებს იყენებენ აგრეთვე ხიდების, ესტაკადების,ს აკულტო ნაგებობების, მონუმენტალური ქანდაკებების და სხვა დასაცავად.

სტატიაში გვინდა გავამახვილოთ ყურადღება რკინაბეტონის მაღლივი კარკასული შენობების სეისმოდაცვასა და სეისმომედეგობის ამაღლებაზე. სეისმოდამცავი სისტემების გამოყენება შესაძლებელია როგორც ახალ მშენებარე ნაგებობებში ასევე არსებულ შენობებში.

საქართველოში სეისმოდამცავი სისტემებით აგებული შენობების რაოდენობა ძალიან მცირეა, იგი შემოიფარგლება სეისმური სარტყელის მოწყობით, მაღლივ კარკასულ შენობებში მოქნილი პირველი სართულით.



ნახ.1. მოქნილი პირველი სართულის მქონე შენობა

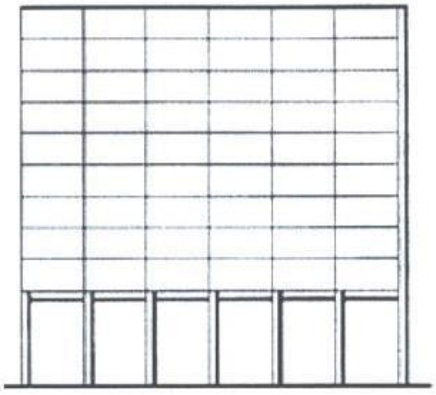
კარკასულ-პანელურ შენობებში საკედლე პანელებში ჩატანებული სეისმოდამცავი კონსტრუქციით, იშვიათად სიხისტის დიაფრაგმების და სიხისტის ბირთვის მოწყობით.

ლიტერატურიდან და მიწისძვრის შედეგების ანალიზით ირკვევა, რომ სეისმოდამცავი სისტემების გამოყენება შენობა-ნაგებობებში ამცირებს მიწისძვრის ინტენსივობას,

მიწისძვრისაგან გამოწვეულ ძალვებს, დეფორმაციას, რომელიც პირდაპირპროპორციულია

შენობის ღირებულებაშთან, საიმედოობასთან და უსაფრთხო ექსპლუატაციასთან. ამდენად ყოველი ახალი სეისმოდამცავი სისტემის შექმნა და გამოყენება უმნიშვნელოვანესია.

საქართველოში დღეისათვის მშენებლობის ტემპის ზრდასთან ერთად შენობა ნაგებობების სეისმომედეგობა ერთ-ერთი ძირითადი მოთხოვნა იყი და რჩება. გაზრდილია მოთხოვნები დამპროექტებლებისათვის, მათ უნდა შექმნან ახალი მასალების გამოყენებით, დროის მინიმალური დანახარჯით, საიმედო შენობებით, რაც გულისხმობს საანგარიშო სქემის სწორად შერჩევას გაანგარიშების ზუსტი მეთოდების გამოყენებით და კონსტრუქციების ოპტიმალური პარამეტრების დადგენას.



ნახ.2. სეისმოდამცავი სისტემებით აღჭურვილი შენობა

შენობების ნგრევის ერთ-ერთ მიზეზს წარმოადგენს საანგარიშო სეისმური ძალა, რომელიც იწვევს ინერციულ ძალებს, გადაადგილებებს და თუ ის იქნება დასაშვებზე დიდი გამოიწვევს შენობა-ნაგებობებში ბზარებს, დეფორმაციას და შესაძლოა ნგრევასაც. შენობათა სეისმოდამცავი თანამედროვე სისტემის შექმნა სათავეს იღებს 1925 წლიდან, როდესაც გამოქვეყნდა ვისკორდინის წინადადება ნაგებობის სარდაფში სფერული დაბოლოების ელემენტების გამოყენების შესახებ, მისი აზრით ასეთი კონსტრუქცია მნიშვნელოვნად შეამცირებს მიწისძვრის დროს აღძრულ ინერციულ ძალვებს.

დღეისათვის ხშირად გამოიყენება სისტემები, რომლებიც ამცირებენ გრუნტისაგან ნაგებობაზე გადმოცემულ სეისმურ აჩქარებას, ასეთი სისტემები ანუ სეისმურად აქტიური სეისმოდამცავი საშუალებები იყოფიან რამდენიმე ჯგუფად: სეისმოიზოლაციური სისტემები, რხევის ჩახშობათა გამოყენებით და კომბინირებული სისტემები. აღნიშნული ჯგუფები თავის მხრივ იყოფიან ქვეჯგუფებად: გეომეტრიული, ფიზიკური, კონსტრუქციული სამშენებლო დინამიური ურთიერთქმედების და სხვათა ფორმების მიხედვით.

1930 წელს ამერიკელმა მეცნიერებმა წამოაყენეს იდეა მოქნილი პირველი სართულის შექმნის შესახებ. მკვლევარები თვლიდნენ რომ მოქნილი პირველი სართულის მქონე შენობების რეაქცია ნაკლები უნდა ყოფილიყო ხისტი შენობის რეაქციაზე, რადგან მოქნილი პირველი სართულის თავისუფალი რხევის პერიოდი დიდია, მიღებული დინამიურობის კოეფიციენტი მცირე, რაც იწვევს სეისმური ძალების შემცირებას,ამ პერიოდიდან დაიწყო ამერიკაში მაღლივი კარკასული შენობების მასიური მშენებლობა მოქნილი პირველი სართულით.

მოქნილი პირველი სართულის მქონე შენობებში პირველ სართულზეა მოქნილი ჩარჩო, ჩარჩოს ელემენტები აიღება მცირე განივკვეთის, ხოლო შენობის ზედა ნაწილი საკმაოდ ხისტია, ამიტომ დეფორმაცია მცირეა და გაანგარიშებებში შეიძლება მხედველობაში არ მივიღით. მიწისძვრის დროს ქვედა მოქნილი პირველი სართული დეფორმირდება, ხოლო ზედა ნაწილი ასრულებს გადატანით მოძრაობას. მიწისძვრის შედეგების ანალიზმა აჩვენა, რომ მოქნილი პირველი სართულის გამოყენება საგრძნობლად ამცირებს შენობის ზედა ნაწილზე მოქმედი სეისმური ძალის სიდიდეს,მიწისძვრისაგან ფაქტიურად ისინი არ ზიანდებიან.

3. დასკვნა

ეს მეტად ეფექტური კონსტრუქციული ღონისძიება მთელ მსოფლიოში გავრცელდა და დიდი მოწონებაც დაიმსახურა. საქართველოში კარკასული შენობების მშენებლობის დაწყებისას აიგო მრავალი შენობა მოქნილი პირველი სართულით და დღესაც წარმატებით ხორციელდება. საზღვარგარეთ გამოიყენება ლითონის სეისმოდამცავი კავშირები, რომელიც სვეტებს შორის არის განთავსებული და ამცირებს სეისმური ძალისაგან გამოწვეულ გადაადგილებას.

ლიტერატურა

1.Я.М.АИЗЕНБЕРГ и другие – сеисмостойкие многоэтажние здания железобетонным каркасом;-М.АСВ.2012.256 с.

2. ჯ. ესაიაშვილი; ლ. კახიანი; გ. სულავა-სეისმომედეგი შენობების გაანგარიშების არაწრფივი სტატიკური მეთოდი. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(26) თბილისი 2012 წ.

3. ლ. კახიანი: ი. სალაძე: ა. ლებანიძე; ლ. ბალანჩივაძე - რკინაბეტონის მაღლივი კარკასული შენობის სეისმომედეგობის უზრუნველყოფა სეოსმოიზოლაციის გამოყენებით. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №4(27) თბილისი 2012 წ.

4. ლ. კახიანი; ი. სალაძე; - სეისმოიზოლაციის მქონე კარკასული შენობის გამარტივებული წრფივი გაანგარიშების მეთოდი. სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №2(29) თბილისი 2013 წ. გვ. 124

5. სამშენებლო ნორმები და წესები - სეისმომედეგი მშენებლობა (პნ.01.01.09) 166 გვ.

პიქტოგრამა – უძველესი ისტორია და თანამედროვე ვითარება

გ. როყვა
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *არქიტექტურული გარემოს დიზაინი, რომლის შემადგენელი ნაწილია ინფორმაციული გრაფიკული დიზაინი, ეს არის ურთიერთობის და ინფორმაციის გადაცემის უნივერსალური ენა.*
ეს არის რეკლამა, პლაკატი, ბანერები, პიქტოგრამები. უკანასკნელი შედარებით გავრცელებულია და პიქტოგრამების ენა გასაგებია თარგმანის გარეშე ნებისმიერი ასაკის ყველა ადამიანისთვის. ინფორმაციული დიზაინი საზოგადოებრივ სივრცეებში – საშუალებათა ერთობლიობაა, რომელიც გამოიყენება მეტად კომფორტული ყოველდღიური ცხოვრების შესაქმნელად.
თავდაპირველად პიქტოგრამა იყო დამწერლობის პირველი სახეობა. საფუძვლად პიქტოგრამულ დამწერლობას უდევს ცალკეული თემატური ნახატები აღწერილობითი ხასიათისა, რომელსაც შეუძლია გადასცეს ინფორმაციის ვრცელი მონაკვეთი. დღეს პიქტოგრამა გამოიყენება როგორც ნიშანი, რომელიც გამოხატავს ობიექტის, საგნის ან მოვლენის მთავარ მახასიათებლებს, რომელსაც ის გამოხატავს, ხშირად ყველაზე სქემატური სახით ვიზუალური აღქმის გაადვილების მიზნით.
ეს სტატია არის ექსკურსი პიქტოგრამების ისტორიაში, ვიზუალური კომუნიკაციის ერთ-ერთ სახეობაში, რომელიც უკვე გახდა ყოველდღიური ცხოვრების ნაწილი.

საკვანძო სიტყვები: *პიქტოგრამა, საგზაო ნიშნები, ვიზუალური კომუნიკაციები.*

1. შესავალი

სასწავლო დაწესებულებებში, სადაც შეასწავლიან არქიტექტურას და დიზაინს, მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია საგანს – არქიტექტურული გარემოს დიზაინი, რომლის შემადგენელი ნაწილია ინფორმაციულ გრაფიკული დიზაინი. ესაა ვიზუალური კომუნიკაციები: ინფორმაციის გადაცემისა და ურთიერთობის უნივერსალური ენა. ამაში შედის რეკლამა, პლაკატები, ბანერები, პიქტოგრამები.
ეს უკანასკნელი ყველაზე მეტადაა გავრცელებული და ამის მაგალითებია: საერთაშორისო საგზაო ნიშნები, სატრანსპორტო ტერმინალებისა და კვანძების, საზოგადოებრივი ნაგებობებისა და ქუჩების პიქტოგრამები. მათ ნახავთ საავადმყოფოებში, ბიბლიოთეკებში, დასვენების ზონებში ან თუნდაც ნივთებისა და პროდუქტების შეფუთვებზე. პიქტოგრამების ენას არ სჭირდება თარგმანი – ის ყველასათვის გასაგებია, ამერიკელი იქნება ეს თუ ქართველი, თუნდაც ბავშვი, რომელმაც წერა-კითხვა არ იცის.

2. ძირითადი ნაწილი

საზოგადოებრივი სივრცეების ინფორმაციული დიზაინი არის იმ საშუალებების ერთობლიობა, რომლებიც გამოიყენება თანამედროვე ქალაქების ყოველდღიურ ცხოვრებაში მეტი კომფორტის შესატანად. ინფორმაციის ფორმირებით და მოწესრიგებით ეს დარგი მას აქცევს უფრო მოცულობითად, გასაგებად და ამავე დროს უფრო მიმზიდველად. დიზაინი არის ქალაქის, ქალაქის შესახებ და ქალაქისათვის არსებული ვიზუალური კომუნიკაციების მნიშვნელოვანი ნაწილი.
ვიზუალური კომუნიკაციებია: კავშირის ოპტიკური არხით ინფორმაციის მიღება-გადაცემის პროცესი; ინფორმაციის სპეციფიური საშუალება სივრცით-საგნობრივ გარემოში ადამიანისთვის ორიენტაციის გასაადვილებლად; ამ საშუალებების

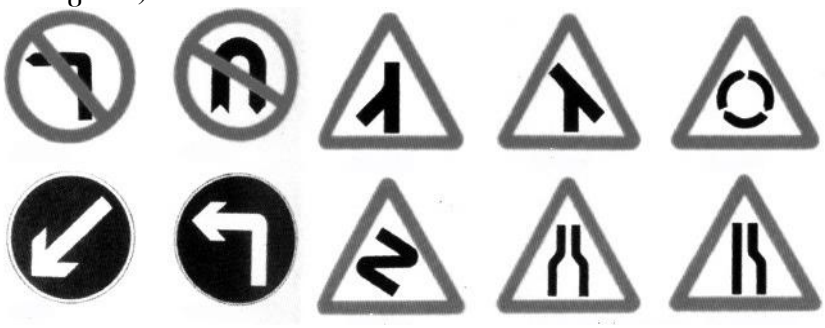
პროექტირებასთან დაკავშირებული დიზაინერის პროფესიული მოღვაწეობის სფერო.

ტრადიციულად ვიზუალურ კომუნიკაციებს მიეკუთვნება გრაფიკა, ფოტო, კინო, ტელევიზია, რეკლამები, გამოფენები, პოლიგრაფიული პროდუქცია. ნებისმიერი კომუნიკაციის საშუალებაა ნიშანი, რომელიც განისაზღვრება როგორც მატერიალური ობიექტი (მოცულობითი, ბრტყელი, მანათობელი, მოძრავი), ასევე აზრობრივი ერთეული, რომელიც გვევლინება სხვადასხვა ნიშნის სახით: ნიშანი-ასო, ნიშანი-სიმბოლო, ნიშანი-პიქტოგრამა.

პიქტოგრამა (ლათ. *pictus* - “დახატული” და ბერძ. γράμμα “ჩანაწერი”) – ნიშანია, რომელიც გამოსახავს იმ ობიექტის, საგნის ან მოვლენის უმნიშვნელოვანეს ამოსაცნობ თვისებებს, რომელსაც ის მიუთითებს, უფრო ხშირად-სქემატურად.

დიზაინში პიქტოგრამა სტილიზებული და იოლად ამოსაცნობი გრაფიკული გამოსახულებაა. იგი გამარტივებულია ვიზუალური აღქმის გასაიოლებლად. პიქტოგრამა აძლიერებს გამოსახული ობიექტის სახასიათო ნაკვთებს. ესაა გამარტივებული ნახატი, რომლის საშუალებით რომელიმე საგანი, მოვლენა ან ქმედება საყოველთაოდ გასაგები ხდება.

ამჟამად პიქტოგრამებს აქვთ ვიწრო სპეციალიზებული და მეორეხარისხოვანი როლი (მაგ. საგზაო ნიშნები, მომხმარებლის კომპიუტერის გრაფიკული ინტერფეისის ნიშნები და ა.შ.). ჩვეული, ანბანური დამწერლობისაგან განსხვავებით, რომელიც ბუნებრივი ენის მრავალსაფეხურიან ხასიათს გამოსახავს (იხ. სურ. 1).



სურ 1

ჩვენს დროში პიქტოგრამებს, როგორც ვიზუალური კომუნიკაციის სახეობის, ფართოდ გავრცელების მიუხედავად, უძველესი ისტორია აქვთ.

პიქტოგრამა დამწერლობის პირველი სახეობაა. პიქტოგრაფიული დამწერლობის საფუძველი მოთხრობითი (ან აღწერითი) ხასიათის თემატური ნახატი, ან ნახატების წყებაა, რომელსაც დიდი მოცულობის ინფორმაციის გადმოცემა შეუძლია. პიქტოგრაფიული ნაწერი ხის ნაჭერზე, ქვაზე ან თიხის ფირფიტაზე გამოსახული ნახატებია. მათზე ჩანს მოვლენები, მოქმედებები, ცალკეული საგნები. პიქტოგრამით შეიძლებოდა ინფორმაციის დიდ მანძილზე გადატანა, გარკვეული ხასიათის ინფორმაციის (მაგ. წონის სისტემის, ან საქონლის შეფასების სისტემის) უკვდავყოფა, ასევე თაობებისათვის ლეგენდებისა და ჰეროიკული თქმულებების შენარჩუნება. ასეთ ინფორმაციას გამოსახავდნენ ტაძრებისა და საკურთხევლების კედლებზე, ასევე ცნობილ თანამედროვეთა საფლავის ქვებზე.

პიქტოგრაფიულ დამწერლობაში ერთ გამოსახულებას შეუძლია გადმოსცეს მთელი შეტყობინება მისი ცალკეულ ნაწილებად, სიტყვებად ან გრაფიკულ ელემენტებად დანაწევრების გარეშე.

პიქტოგრამა – სქემატური ნახატია, რომელსაც არ აქვს არანაირი მხატვრული ფუნქცია. პიქტოგრაფიულ წერილში მთავარია დახატული გამოსახულების სისწორე, იმისათვის, რომ ადრესატმა უპრობლემოდ გაიგოს შეტყობინების არსი.

იგი მხოლოდ გამოხატვის არსს გადმოსცემს. ამასთან ისეთი თვისებები, როგორიცაა ენობრივი თავისებურებები, ემოციური დატვირთვა, მხატვრული მხარე ან თუნდაც გზავნილში სიტყვების თანამიმდევრობა – მიუწვდომელი რჩება (იხ. სურ. 2).

სურ. 2

მაინც როდის წარმოიქმნა პიქტოგრაფიული დამწერლობა? დამწერლობის წარმოქმნის მთავარი წყარო იყო პირველყოფილი ადამიანების საცხოვრის გამოქვაბულებში არსებული კედლის მხატვრობა. მაგრამ უძველესი ხალხის კედლის მხატვრობის ყველა ნიმუში არ გადმოსცემდა ინფორმაციას. ზოგიერთი მათგანი საკულტო და მაგიური რიტუალების აუცილებელი ატრიბუტი იყო. ზოგი ნახატი კი ადამიანების ესთეტიური სიამოვნების დასაკმაყოფილებლად სრულდებოდა – პირველყოფილ ადამიანებსაც ჰქონდათ სილამაზის შეგრძნება.

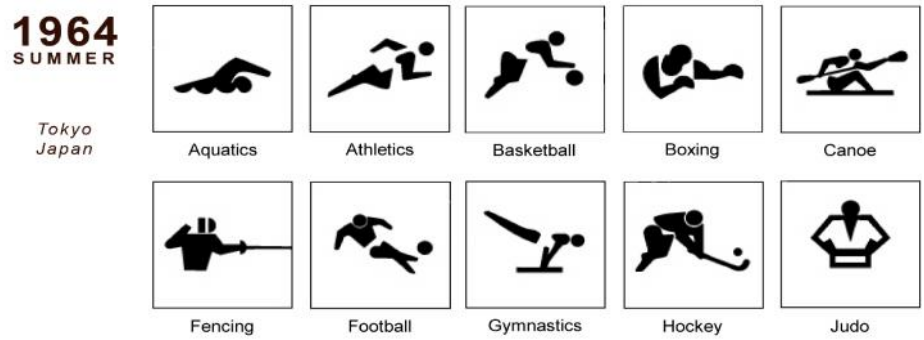
მაგრამ იმ პიქტოგრაფიული დამწერლობის წარმოქმნა, რომელიც არ იყო დაკავშირებული მაგიურ და რელიგიური რიტუალებთან, გამოწვეული იყო პრაქტიკული საჭიროებით. ის ითვალისწინებდა არა მხოლოდ უშუალოდ ადამიანთა შორის, არამედ შორ მანძილზე ურთიერთობასაც. პიქტოგრამებს იყენებდნენ ზეპირი თხრობის დანამატად, ან იმისათვის, რომ მთხრობელს არ გამორჩენოდა თხრობის მნიშვნელოვანი დეტალები, ან თუნდაც მოსმენილის განსამტკიცებლად. ვარაუდობენ, რომ პიქტოგრამა, როგორც დამწერლობა წარმოიშვა ნეოლითის ეპოქაში – ესაა ჩვენს წელთაღრიცხვამდე რვა ათასი წელი. პიქტოგრაფიის განვითარების საწყისი ეტაპი თემური წყობის წარმოშობას უკავშირდება – ამ დროს ხალხი მარტივი გამოსახულებების საშუალებით გადასცემდნენ მოვლენების, ამბების და საგნების შესახებ ინფორმაციას. დამწერლობის ჩამოყალიბება განპირობებული იყო მცირე ტომების გაერთიანებით დიდი თემის შექმნით. ამასთან, აუცილებელი გახდა სავაჭრო და გაცვლითი ურთიერთობების დარეგულირება არა მხოლოდ თემს შიგნით, არამედ მეზობელ თემებს შორისაც. პიქტოგრაფიული დამწერლობა რა თქმა უნდა, უძველესი დამწერლობაა, მაგრამ მისი გამოყენება შედარებით ახლო წარსულში შეწყდა. ამერიკელ ინდიელთა ბევრი ტომი ამ სახის დამწერლობას იყენებდნენ იმ დროს, როცა ევროპელები გადასახლდნენ ამერიკის კონტინენტზე. არც ისე დიდი ხნის წინ პიქტოგრაფიულ დამწერლობას იყენებდნენ უკიდურესი ჩრდილოეთის მაცხოვრებლები და აფრიკის ზოგიერთი ტომები.

მეოცე საუკუნეში პიქტოგრამები აღწევენ გრაფიკასა და აზრობრივ დატვირთვაში მაქსიმალურ გამომსახველობას. ამის მაგალითია ოლიმპიური პიქტოგრამები. ესაა თემისადმი შემოქმედებითი მიდგომის ეტალონი.

დღეს, ოლიმპიური პიქტოგრამები ჩვეული ნიშნებია, რომლებიც გამოსახავენ სპორტის ოლიმპიურ სახეობებს. პირველი ასეთი პიქტოგრამები გამოყენებულ იქნა 1936 წლის ბერლინის ოლიმპიადაზე. ეს იყო მარტივი გამოსახულებები, რომლებიც პირობითად თუ ჩაითვლებოდა სისტემურად.

ოლიმპიური პიქტოგრამების პირველი მოწესრიგებული სისტემა სპორტის სხვადასხვა სახეობებისა და სერვისებისათვის (გზისმკვლევი, კვების ობიექტი). გამოყენებულ იქნა 1964 წლის ტოკიოს ოლიმპიურ თამაშებზე. ყველასათვის გასაგები ნიშნების სისტემის დანერგვის ეფექტურობა იმდენად დიდი იყო, რომ ოლიმპიური პიქტოგრამები ყველა შემდგომი ოლიმპიური ასპარეზობის აუცილებელი ატრიბუტი გახდა.

აქ პირველად იქნა გამოყენებული ოლიმპიურ პროგრამაში შემავალი სპორტული თამაშების, სერვისებისა და მომსახურების სფეროს პიქტოგრამების სისტემურად დამუშავებული და მოწესრიგებული სერია. მხატვარ მასარუ კაცუმისა და დიზაინერ იოსირო იამაშიტას შემოქმედებითი ჯგუფის მიერ შექმნილი პიქტოგრამების სისტემა მოიცავდა 20 სპორტულ და 39 საინფორმაციო სახის პიქტოგრამას. ითვლება, რომ ტოკიოს ოლიმპიურმა პიქტოგრამებმა დაიწყეს ოლიმპიური დიზაინის ახალი ეპოქა, წარადგინეს რა მთავარი გამოსახველი სიუჟეტის სახით სპოტსმენის სტილიზებული ფიგურა (იხ. სურ. 3).



სურ. 3

3.დასკვნა

ეს სტატია პიქტოგრამის, როგორც ვიზუალური კომუნიკაციის ერთ-ერთი სახის, ისტორიის ექსკურსიაა. პიქტოგრამა უკვე გახდა ადამიანის ყოველდღიური ცხოვრების განუყოფელი ნაწილი და განაგრძობს განვითარებას.

ვუსურვებთ დიზაინერებსა და სტუდენტებს თანამედროვე პიქტოგრამების სახეობების შექმნაში წარმატებებს.

ლიტერატურა

1. Душков Б.А., Королев А.В., Смирнов Б.А. Энциклопедический словарь: Психология труда, управления, инженерная психология и эргономика, 2005 г.
2. Проектирование в графическом дизайне: Учеб. для вузов/ С.А. Васин, А.Ю. Талащук, Ю.В. Назаров, Л.А. Морозова, В.В. Сумароков; Под. Ред. С.А. Васина. – М.: Машиностроение-1, 2006. – 320 с.
3. Рунге В.Ф., Манусевич Ю.П. Эргономика в дизайне среды: Учеб пособие/ В.Ф. Рунге, Ю.П. Манусевич. – М.: «Архитектура-С», 2005. – 328 с.
4. http://ru.wikipedia.org/wiki/Пиктограмма

ანთროპოგენური დატვირთვისას ტერიტორიის ეკოსისტემის მდგრადობის შენარჩუნების საკითხები

ზ. ბურჭულაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი საქართველო)

რეზუმე: *ბუნებაზე ანთროპოგენურმა დატვირთვამ, დღევანდელმა ტექნიკურმა სიმძლავრეებმა მიაღწია ბიოსფერული პროცესების მასშტაბებს და შედეგად სახეზე გვაქვს ბიოსფეროს ცვლილებები, ტერიტორიების ეკოლოგიური მდგრადობის შესუსტება. ნაშრომში განხილულია ბუნებრივი სისტემების მდგრადობა, მისი შეფასებისა და შენარჩუნების მეთოდები.*

საკვანძო სიტყვები: *ეკოლოგია, ანთროპოგენური, ბიოსფერო, ბუნება, ტერიტორიის მდგრადობა, ბუნებრივი დაცულობის კოეფიციენტი.*

1. შესავალი

თანამედროვე საზოგადოების გარემოსთან ურთიერთმოქმედების მასშტაბები განისაზღვრება ძირითადში ადამიანის მოქმედების დიაპაზონით, რაც დაკავშირებულია ტექნიკური და სოციალური დონის მზარდ განვითარებასთან.

ეკოლოგიის განვითარებამ, როგორც მეცნიერებამ, რომელიც სწავლობს ორგანიზმების ურთიერთდამოკიდებულებას გარემოსთან, მიგვიყვანა იმ მოსაზრებამდე, რომ ადამიანთა საზოგადოება მისი კავშირებით ბუნებასთან უნდა დაემორჩილოს ეკოლოგიურ კავშირებს. ასეთი დამოკიდებულება მკვეთრად შეცვლიდა ეკოლოგიის როლს, რომელმაც შეიძინა განსაკუთრებული პასუხისმგებლობა მრავალი პრობლემის გადაწყვეტისას, მათ შორის მთავარის, როგორიცაა პრობლემა ბუნებრივი რესურსების რაციონალური გამოყენება და გარემოს ცხოვრების მდგრადობის უზრუნველყოფა. ამ ამოცანის წარმატებით განხორციელებისათვის მნიშვნელოვანია გაცნობიერება საზოგადოებისა და ბუნების დიალექტიკური ერთიანობის უწყვეტობაზე. ბუნებისა და საზოგადოების დიალექტიკა ეს არის განვითარების უწყვეტი პროცესი. როგორც ბუნება მოქმედებს უწყვეტად და მუდმივად საზოგადოებაზე, ასევე საზოგადოებაც უწყვეტად, მუდმივად მოქმედებს ბუნებაზე. ბუნება გვევლინება როგორც ცხოვრების საშუალების წყარო. ეს ურთიერთდამოკიდებული მიმართულება ატარებს ობიექტურ ხასიათს, ასეთი უწყვეტი და ცოცხალი ურთიერთკავშირების გარეშე კაცობრიობა ვერ შეძლებს არსებობას.

2. ძირითადი ნაწილი

საზოგადოება თავისი ქმედებებით და ბუნების მიმართ ძირითადში გამოყენებითი პოლიტიკით ანგრევს ჩამოყალიბებულ ბუნებრივ კომპლექსებს. ადამიანის შეჭრა ბუნებაში, რაც გამოწვეულია ცხოვრებისეული საქმიანობით, ადამიანთა მოთხოვნების დაკმაყოფილების აუცილებლობით გარკვეულწილად დეფორმაციას უკეთებს ბუნებრივ სამყაროს, ცვლილებები შეაქვს მასში მიმდინარე პროცესებში. ბუნებისა და საზოგადოების ურთიერთმოქმედებას ახასიათებას ურთიერთსაწინააღმდეგო პროცესები, რაც მათი ქმედებების საძირკველში დევს და დაკავშირებულია როგორც საზოგადოების ბუნებაზე ზემოქმედების თავისებურებაზე, ასევე ბუნების გარდაქმნის მახასიათებელზე და თავისებურებებზე ცნობილი ამერიკელი მეცნიერი ი. ოდუმი წერს, რომ „თუ ჩვენ გვინდა განვიხილოთ ადამიანთა ბუნებრივი და კულტურული თვისებების ურთიერთმოქმედება, ადამიანის ეკოლოგია უნდა გამოვიდეს საერთო ეკოლოგიის ჩარჩოებიდან“, სოციალური ეკოლოგია თანამედროვე მეცნიერებაში წარმოგვიდგება„ როგორც ნოოსფეროს ფორმირების თეორია“, რომლის

ჩარჩოებშიაც ვაგებთ გარემოს მართვის ალგორითმებს (39), ნოოსფერო, ანუ გონიერების სფერო, როგორც მეცნიერები აღნიშნავენ, შეიძლება რაღაც გარკვეულ დონემდე დაეთანხმო იმის მტკიცებას, რომ სოციალურმა ეკოლოგიამ როგორც თეორიამ ნეოოსფეროს ჩამოყალიბებისა მართოს გარემო ალგორითმების საფუძველზე. მხოლოდ, როგორც ჩვენ წარმოგვიდგენია არ შეიძლება სოციალური ეკოლოგიის გაიგივება ნოოსფეროს ფორმირების თეორიასთან, რომელიც არის უფრო ფართო და შინაარსიანი. ნოოსფეროული მოძრაობა ეს არის განსაკუთრებული სამეცნიერო კვლევის სფერო, მათ სორის სოციალურ-ეკოლოგიურისა, რომელიც ცდება წინამდებარე ნაშრომის მიზნებს და ამოცანებს.

ამრიგად, მეცნიერთა და საზოგადოების წარმომადგენელთა ყურადღება მიპყრობილი უნდა იყოს დღითიდღე უფრო აქტუალურ და გართულებულ სოციალურ-ეკოლოგიური პრობლემის მიმართ. ჩვენი რწმენით, ამ პრობლემების გადაწყვეტა, პირველ რიგში, უნდა მდგომარეობდეს იმ მთავარი მიზეზის აღმოფხვრაში, რომელიც არსებობს. კერძოდ:

- არათანმიმდევრული, ურთიერთგამომრიცხავი და უპასუხისმგებლო სახელმწიფო პოლიტიკა ბუნებათსარგებლობის სფეროში;
- დაბალი ეფექტურობა გარემოს დაცვის სამეურნეო მექანიზმის ექსპლუატაციის რეალური პირობებისა;
- მოსახლეობისა და სახელმწიფო ჩინოვნიკების საერთო ეკოლოგიური კულტურის და განათლების დაბალი დონე;
- სამოქალაქო საზოგადოების ინსტიტუტების საქმიანობის არაეფექტურობა სოციალურ-ეკოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტაში, ადგილობრივი თვითმმართველობითი ორგანოების ჩათვლით.

როგორც ცნობილია, ბუნებრივი სისტემების მდგრადობა ეს არის სისტემის ისეთი უნარი, რომელსაც შეუძლია დააბრუნოს ის იმ წონასწორობაში, რომელიც მას ჰქონდა მანამ, სანამ გარე ძალების ზემოქმედების შედეგად არ დაირღვეოდა. ასეთი უნარი, როგორც წესი, ახასიათებს ისეთ სისტემას, რომლის გადახრაც მუდმივი ზემოქმედების შედეგად დასაშვებ ფარგლებშია და არ აღემატება ე.წ. „მდგრადობის მარაგს“.

ყოველ ანთროპოგენულ ან ერთობლივ შემოქმედებას შეესაბამება თავისი კონკრეტული ტერიტორიის ზღვრული მდგრადობა, რამდენადაც,მრავალსახოვანია ლანდშაფტი, იმდენად უფრო მდგრადია, და ეს გამოიხატება უპირატესად დიდი რაოდენობით და თანაბრად განაწილებული ბუნებრივი ბიოგეოცენოზებით, ბუნებათდაცვითი ზონებით და განსაკუთრებით დაცული ტერიტორიებით, რომლის ერთობლივი ფართი შეადგენს ტერიტორიის ეკოლოგიურ ფონდს, რამდენადაც ეს ფართი მეტია, მით მაღალია ტერიტორიის ბუნებრივი დაცულობა და ლანდშაფტის მდგრადობა. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ ტერიტორიას, რომელსაც აქვს ანთროპოგენური დატვირთვის მაღალი ხარისხი, ახასიათებს დაბალი ბუნებრივი დაცულობა. როგორც ზემოთ ავღნიშნეთ, თუ შევადარებთ კონკრეტული ტერიტორიის ფართს, საკვლევი ტერიტორიის საერთო ფართთან მივიღებთ ტერიტორიის ბუნებრივი დაცულობის კოეფიციენტს.

ანუ $$K_{\text{ბდ}} - \frac{F_1}{F_2}, \quad (1)$$

სადაც, F_1 - საკვლევი ტერიტორიის საერთო ფართი, F - კონკრეტული ტერიტორიის ფართი.

აქ ყურადღება უნდა მიექცეს და დადგინდეს ტერიტორიასთან მიმართებაში თუ როგორია:

- ბუნებრივ-ლანდშაფტური დიფერენციაცია;
- ლანდშაფტისა და მისი ცალკეული კომპონენტების მდგომარეობა;
- ლანდშაფტზე ანთროპოგენური ზემოქმედების სიდიდე;

- ლანდშაფტის წინააღმდეგობის უნარი ანთროპოგენურ დატვირთვაზე;
- ეკოლოგიური სიტუაციის სიმწვავე.

ბუნებრივი სისტემების სახეებიდან გამოყოფენ:

ინერტულს, ანუ როდესაც სისტემას აქვს უნარი შეინარჩუნოს მისი მდგრადობა გარე ძალების ზემოქმედებისას დროის გარკვეული პერიოდის მანძილზე;

პლასტიურს - როდესაც სისტემა გადადის ერთი მდგომარეობიდან წონასწორობის მეორე მდგომარეობაში ისე, რომ ინარჩუნებს მის შინაგან კავშირებს, და

აღდგენითი სახე - როდესაც სისტემის უნარი უბრუნდება საწყის მდგომარეობას გარე ზემოქმედების შედეგად.

პირველი ორი, ინერტული და პლასტიური, განეკუთვნება ადაპციურ სახეს, ანუ ეკოსისტემას აქვს უნარი წინააღმდეგობა გაუწიოს გარე ძალებს, ხოლო აღდგენითი სახე კი ხასიათდება რეგენერაციული უნარით და შეუძლია აღიდგინოს მისი თვისება ანთროპოგენური დატვირთვის შემდეგ.

მკვლევართა უმეტესობა გვთავაზობს ეკოსისტემის მდგომარეობის მიხედვით ტერიტორიის დაყოფას ოთხ ზონად: ნორმის ფარგლებში, რისკის ქვეშ მყოფის, კრიზისული და უბედურების ზონა და მას განმარტავენ ეკოლოგიურად არასასურველობის თვალსაზრისით შემდეგნაირად:

- ეკოლოგიური ნორმის ზონა: ტერიტორია, რომელსაც აქვს უნარი გაუძლოს არსებულ ეკოლოგიურ დატვირთვას ისე, რომ არ დაკარგოს ეკოლოგიური ხარისხი;
- ეკოლოგიური რისკის ზონა: ეს არის ტერიტორია, რომელსაც დარღვეული აქვს ეკოლოგიური ხარისხი, მაგრამ მისი მდგრად მდგომარეობაში დაბრუნება შესაძლებელია, ხოლო იმ პირობით, თუ შესუსტდება ანტროპოგენური დატვირთვის დოზა, ან უნდა გატარდეს კომპლექსური აღდგენითი ღონისძიებები. იმავდროულად უნდა გვახსოვდეს, რომ ასეთ ტერიტორიებზე ზარალის რისკი ყოველთვის მაღალია, თუ გარკვეული დაცვითი ღონისძიებები არ იქნა გათვალისწინებული.
- ეკოლოგიური კრიზისის ზონას კი განეკუთვნება ის ტერიტორია, რომელზედაც უარყოფითი დამანგრეველი ზემოქმედება შეიძლება თავიდან იქნეს აცილებული, თუ მთლიანად შეწყვეტილი იქნება მასზე ანტროპოგენური ზემოქმედებები და გატარებული იქნება აღდგენითი სამუშაოები. იმავდროულად უნდა გვახსოვდეს, რომ ეს ღონისძიებები რისკის დადაბლებისა არ არის საკმარისი იმისათვის, რომ თავიდან იქნეს აცილებული ეკონომიური დანაკარგი.
- ეკოლოგიური უბედურების ზონას მიაკუთვნებენ იმ ტერიტორიას, რომელსაც პრაქტიკულად აქვს ეკოსისტემის შეუქცევადი დარღვევა და რომელზედაც ეკონომიური ზარალი გარდაუვალია ნებისმიერი დაცვითი ღონისძიებების გატარების მიუხედავად.

დეგრადირებული ტერიტორიის ფართის წილის მაჩვენებელი ასეთია:

- ეკოლოგიურად ნორმალური ზონისთვის 5% ნაკლები,
- ეკოლოგიურად რისკის ზონისთვის 5 – 20 % - მდე,
- ეკოლოგიურად კრიზისის ზონისთვის 20 – 50 % - მდე,
- ეკოლოგიურად უბედურების ზონისთვის 50 % - მეტს.

დასახლებული ადგილის ფუნქციონირება (ან ქალაქის) განისაზღვრება ბუნებრივი და ანთროპოგენური ქვესისტემების ურთიერთმოქმედებით და პირდაპირ დამოკიდებულია იმ ძალებზე, რომლებიც გადაჯაჭვულია ანთროპოგენურ ზემოქმედებასთან და მიბმულია ტერიტორიალურად დაკავშირებულ სამრეწველო და საცხოვრებელ ობიექტებთან, აგრეთვე ბუნებრივი ქვესისტემების ბუფერულ მოცულობასთან, რომელიც შეადგენს საერთო ურბობიოცენოზს, ამიტომ გარემოს შენარჩუნებისა და გაუმჯობესების სხვადასხვა

ღონისძიებების სისტემაში მნიშვნელოვანი ზდგილი სხვა ღონისძიებებთან ერთად მიეკუთვნება დასახლებული ადგილების - ტერიტორიის გამწვანებას.

ტერიტორიის ეფექტურიმორგანიზაციის შეფასებისათვის გამოიყენება ეკოლოგიური სტაბილურობის კოეფიციენტები, ანუ ლანდშაფტის უნარი შეინარჩუნოს მისი ძირითადი თვისება, როგორიცაა მთლიანობა, ფუნქციონირება და დინამიკა, გარე ზემოქმედების დროს.

ზემოთ ავღნიშნეთ, რომ ჯერ კიდევ 1980 წლის ბოლოს სლოვაკელმა მეცნიერებმა ე. გაისემ, ი. რიბარსკიმ და ფ. შვეგლამ განახორციელეს მიწის სავარგულების შემადგენლობის ზემოქმედების შეფასება ტერიტორიალური დაბალანსების დონესთან ეკოლოგიური სტაბილურობის კოეფიციენტების დახმარებით და მიწის სავარგულების ეკოლოგიური ზემოქმედებით.

ეკოლოგიური სტაბილურობის კოეფიციენტი სავარგულების სხვადასხვა შემადგენლობისას განისაზღვრება ფორმულით:

$$K_{ეკ.} = \frac{\sum KiPi}{\sum Pi} K_{რ} \qquad (2)$$

სადაც, K_i -i-რი სახის (სახეობის) სავარგულის ეკოლოგიური თვისების კოეფიციენტი (რომელიც ტოლია: ტყისა და ხე-ბუჩქოვანი მცენარეულობისთვის-1; ჭაობისა და წყალსატევებისათვის-0,79; სათიბებისათვის-0,62; საძოვრებისათვის-0,68; სახნავებისათვის-0,14; ნასვენი მიწისთვის (ბუთობი); -0,70; მრავალწლიანი ნარგავებისათვის-0,43; საცხოვრებლისთვის, დარღვეული და სხვა მიწებისთვის-0).

P_i-i-რი სახის სავარგულის ფართი; $K_რ$ - რელიეფის მორფოლოგიური სტაბილურობის კოეფიციენტი ($K_რ$ =1.0-დან სტაბილური ტერიტორიებისათვის $K_რ$= 0,7-მდე არასტაბილური ტერიტორიებისათვის) თუ ანგარიშის შედეგად მიღებული მნიშვნელობა $K_ეს$<0.3, იმ შემთხვევაში ტერიტორია ითვლება ეკოლოგიურად არასტაბილურად, ხოლო თუ $K_ეს$= 0.34 ...0,5 არამდგრად სტაბილურად $K_ეს$= 0.51 ...0,66 საშუალოდ სტაბილურად $K_ეს$>0.67 ამ შემთხვევაში ტერიტორია გამოირჩევა ეკოლოგიურად მაღალი სტაბილურობით.

3. დასკვნა

თანამედროვე ცხოვრების სტილით, აქტიური ქალაქთმშენებლობითი ათვისებითა და ბუნებაზე ანთროპოგენური დატვირთვის მაღალი დონით გამოწვეული ეკოლოგიური პრობლემები დღითიდღე უფრო მეტ აქტუალობას იძენს. ტერიტორიის ეკოლოგიური მდგომარეობის (სტაბულურობის) ცოდნა და მისი სწორი ეკოლოგიური დაგეგმარების მეთოდების დანერგვა თანამედროვე ქალაქთმშენებლობაში, მნიშვნელოვნად გაუმჯობესებს მოსახლეობის სოციალურ და ჰიგიენურ პირობებს, ტერიტორიის ეკოლოგიურ სტაბილურობას და მის უნარს შეეწინააღმდეგოს გარე მავნე ზემოქმედებით გამოწვეულ დატვირთვებს.

ლიტერატურა

1. სალუქვაძე გ. ქალაქმშენებლობითი ეკოლოგია. გამომცემლობა ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2007წ.
2. Марков Ю. Социальная экология. Новосибирск. Наука, 1986 г.
3. Орлова И.В. Оценка уровня экологической сбалансированности структуры земельных угодий аграрно - развитых регионов Западной Сибири). 2013 г.
4. Владимиров В.В. Общая теория взаимодействия природы и общества (стр. 123)
5. Федоров Е.Н. Экологический кризис и социальный прогресс. М.1977 г.
6. Туганаев В.В., Туганаев А.В. Экологическая оптимизация территорий–главное направление охраны природы. Удмуртский государственный университет, Ижевск, 2009

ნაგებობის რეკონსტრუქციის ზოგიერთი თავისებურებები

ლ. ბალანჩივაძე, ი. ჭანტურია
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *ნაშრომში განხილულია საქართველოში, არსებული ძველი ნაგებობების რეკონსტრუქციისათვის შერჩეული ტექნოლოგიების რისკებსა და მათი გავლენა კონსტრუქციული ელემენტების ხიდვის უნარზე.*

საკვანძო სიტყვები: *სამშენებლო კონსტრუქციები, რისკები, საძირკველი, გრუნტი, შენობა-ნაგებობები, დეფორმაცია, მდგრადობა, სიმტკიცე.*

1. შესავალი

შენობის გამაგრების ტექნოლოგიის შერჩევისას მნიშვნელოვანია შემდეგი ფაქტორები: შენობა-ნაგებობის კონსტრუქციული გადაწყვეტა, გრუნტის მდგომარეობა და იმ ორგანიზაციის ტექნოლოგიური აღჭურვილობა, რომელიც ახორციელებს ამ სამუშაოებს. ამჟამად, არსებული თანამედროვე აღჭურვილობით შესაძლებელია, შენობის საძირკვლისა და გრუნტის გასამაგრებელი სამუშაოების შესრულება ტექნოლოგიურად უფრო სწრაფად, საიმედოდ, ხელის სამუშაოების მინიმუმამდე დაყვანით.

გაანგარიშების თანამედროვე მეთოდები პირველად იძლევა საძირკვლისა და გრუნტის გასამაგრებელი ტექნოლოგიის კონკურენტუნარიანი მოდელირების საშუალებას გეოტექნიკური ინფორმაციის საფუძველზე. ტრადიციულ ტექნოლოგიებზე უარის თქმა სათანადო გაანგარიშების გარეშე არ შეიძლება. ის ხშირად დადებით ეფექტს იძლევა ახალ, თანამედროვე ტექნოლოგიებთან ერთად კომპლექსში.

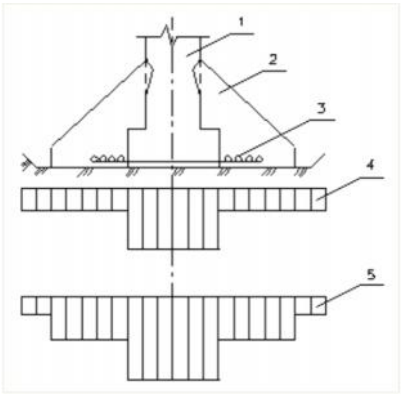
2. ძირითადი ნაწილი

შენობა-ნაგებობის აღდგენა–რეკონსტრუქციისას მნიშვნელოვანია მისი ხანგამძლეობისა და საიმედოობის უზრუნველყოფა, რაც შესაძლებელია მზიდი ელემენტების ნორმალური ექსპლუატაციაში ჩართვისა და გამოყენებული ტექნოლოგიური პროცესების ხარისხიანად და სამშენებლო ნორმების სწორად შერჩევისას. ეს კი ხშირ შემთხვევაში ვერ ან არ სრულდება, შენობა-ნაგებობათა აღგენისას რეალური რისკების არ გათვალისწინების გამო.

დღევანდელ საქართველოშო არ არსებობს დაპროექტებისა და მშენებლობის ხარისხობრივი კონტროლის რეგულაციები (სტანდარტები, მშენებლობის სახელმწიფო ნორმები და წესები), რომელიც მორგებული იქნებოდა გარემო – პირობებზე, მის სპეციფიკაზე, გეოლოგიურ პირობებსა და ა.შ. ყველა უცხოური კომპანია, რომელიც საქართველოში მშენებლობითაა დაკავებული, საკუთარი ქვეყნის ნორმატიულ დოკუმენტებს ეყრდნობა, ხოლო ქართული კომპანიები კი სარგებლობენ ყოფილი საბჭოთა ნორმებით, რაც რეალობას არ შეესაბამება.

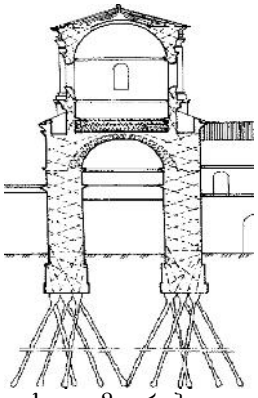
მთავარი, რაც მოეთხოვება ასეთი ტიპის მშენებლობასა და დაპროექტების მეთოდებს, ესაა ყველაზე ეკონომიური და თანამედროვე ტექნოლოგიებისა და გაანგარიშების მეთოდების შერჩევა, რამაც უნდა უზრუნველყოს ენერგოდანაზოგები და ბიოეკოლოგიური გარემოს შენარჩუნება. ასეთი მიდგომები ამცირებს შენობა–ნაგებობების საექსპლუატაციო ხარჯებს და დადებითად მოქმედებს გარემოს გავლენაზე. საძირკვლებისა და გრუნტების გამაგრების ყველა ტრადიციული ტექნოლოგია ეფუძნებოდა ძირითადად არსებული საძირკვლების ფართობის ზრდას, და შესაბამისად, საძირკვლის გრუნტზე დატვირთვის ინტენსივობის შემცირებას.

პარალელურად მუშავდებოდა ტექნოლოგიური მეთოდები, რომლებიც დაკავშირებული იყო გრუნტების თვისებების ხელოვნურად გაუმჯობესებასთან სხვადასხვა ქიმიური რეაგენტების შეყვანის საშუალებით.



ნახ.1. საძირკვლის ძირის გაფართოების სქემა (საძირკვლის ძირზე დატვირთვების განაწილების ეპიურა ბ.ი. დალმატოვის მიხედვით): 1–არსებული საძირკვლი; 2–გაფართოების კონსტრუქცია; 3–არმატურა; 4– დატვირთვების ეპიურა გაფართოებამდე; 5– ეპიურა საძირკვლის ძირის გაფართოებისა და დატვირთვის შემდეგ.

გამაგრების ამ ტექნოლოგიის ნაკლი არის სამუშაოთა მრავალფეროვნება სარდაფების შემჭიდროებულ პირობებში. ამასთან, როგორც წესი, გრუნტის წყობა მუდმივი ტენიანობის გამო, შეიძლება იყოს დესტრუქტურიზებული, რაც დაკავშირებულია კულტურული ფენის აწევასთან. ასეთი ღონისძიებები უნდა ჩატარდეს კედლის წყობის საყრდენი ნაწილის გამაგრებასთან ერთად კომპლექსში. რაც განხორციელდა კიდეც ქ. ქუთაისში ბაგრატის ტაძრის მშენებლობაზე, როცა საჭირო გახდა ტაძრის საძირკვლისა და კედლების აღდგენა-რეკონსტრუქცია. როგორც კონსტრუქტორი თვლიდა, “თუ საძირკვლებს დავსვამთ ხიმინჯებზე, ამით კედლების გამაგრება ადვილი იქნება, რადგან მთლიანი დატვირთვა გადავა მათზე” [1].



ნახ. 2. საძირკვლის გამაგრება კედლებთან ერთად

3. დასკვნა

ამრიგად, შენობა-ნაგებობების, განსაკუთრებით ტაძრების რეკონსტრუქციისას საჭიროა როგორც არსებული გრუნტისა და საძირკვლის ფიზიკურ-მექანიკური მახასიათებელების დადგენა, ასევე სახურავის კონსტრუქციების აღდგენისას წინასწარდაძაბული სამშენებლო კონსტრუქციის გამოყენება, რათა შესაძლებელი გახდეს დაზიანებული ქვის კამარის კონსტრუქციაზე ახალი სახურავის მასებისა და დროებითი (მაგ. თოვლის) დატვირთვების ზემოქმედება, ვერტიკალური მზიდი ელემენტების კვეთებში ძალვების (ძაბვების) სასურველი გადანაწილების მიღწევა, არსებულ ქვის თაღებსა და კამარებში ბზარების სიდიდეების შემცირება ან სტაბილიზაცია.

ლიტერატურა

1. www.sopho-kilasonias-blogspot.com/2009.
2. ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები (Ან 03.01-09) 171 გვ.
3. ვ. ჯაფარიძე, დ. ჯაფარიძე, ტ. გარსევანიშვილი, დეფორმირებული შენობა-ნაგებობის ფუძე-საძირკვლის და ზედნაშენის გამაგრება-გაძლიერება სხვადასხვა გრუნტოვან გარემოში, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2012წ. 258 გვ.

რატომ არ აშენებენ ამერიკაში ტიპიურ საცხოვრებელ სახლებს

მ. მენაბდე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77)

რეზიუმე: *სტატიაში განხილულია თბილისში არსებული ტიპობრივი საცხოვრებელი სახლები და იგი შედარებულია ერთადერთ ამერიკულ კვარტალს, რომელიც აშენებულ იქნა ტიპობრივი ბინათმშენებლობის პრინციპით და მოგვიანებით დანგრეულ იქნა გაუსაძლისი საცხოვრებელი პირობების გამო.*

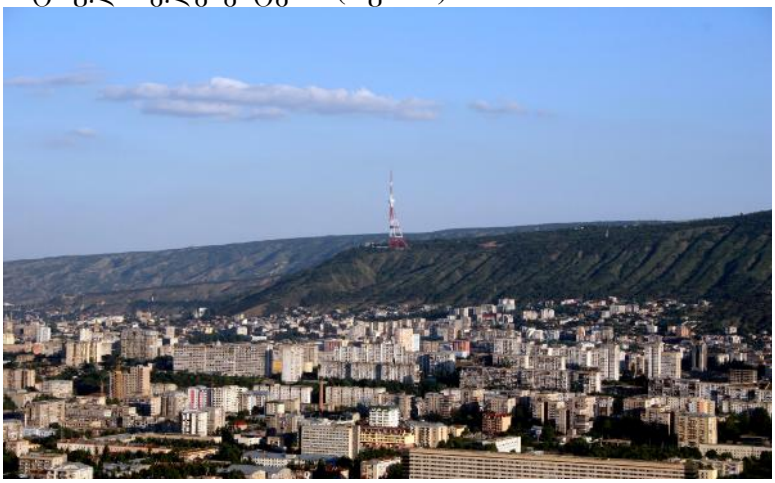
საკვანძო სიტყვები: *ტიპობრივი სახლი, ინდუსტრიული მეთოდებით მშენებლობა, მასობრივი განაშენიანება.*

1. შესავალი

საბჭოთა პერიოდის ტიპობრივი საცხოვრებელი სახლების განვითარება ეტაპობრივად ხდებოდა. საბინაო ინდუსტრიის აღნიშნული 70-წლიანი პერიოდი თავისთავად მოიცავს საცხოვრისის ევოლუციის რამოდენიმე ეტაპს, მათ შორის პოსტრევოლუციური,სტალინისტური პერიოდის და ტიპობრივ ბინათმშენებლობას, რომელთაგან თითოეული ხასიათდება თვისობრივად და ხარისხობრივად განსხვავებული გეგმარებითი მიდგომებით.

1958 წელს თბილისში იწყება მუშაობა მასობრივი საცხოვრისის ისეთი ტიპის შექმნაზე, რომელიც ინდუსტრიული მეთოდებით მშენებლობას დაექვემდებარებოდა. ეს ითვალისწინებდა ახალი ეკონომიური ბინის პროექტს. წინა წლებისაგან განსხვავებით, როცა ბინაში ხშირად რამდენიმე ოჯახს ასახებდნენ ახლა ბინა ერთი ოჯახისთვის უნდა ყოფილიყო განკუთვნილი. მის გამო შემცირდა თითოეული საცხოვრებელი ერთეულის ფართობი, შესაბამისად იკლო დამხმარე სათავსოების სიდიდემ, რამაც საბინაო მშენებლობა გააიაფა.

საცხოვრებელთა შორის განლაგებული იყო სკოლები საბავშვო ბაგა-ბაღები, მაღაზიები და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების დაწესებულებები. ცალკე პროექტდებოდა, ზოგჯერ კი საცხოვრებელი სახლების ქვედა სართულებში იყო მოთავსებული. აღნიშნული პროცესი მხოლოდ ტექნიკური და საყოფაცხოვრებო ამოცანების გადაწყვეტას ისახავდა მიზნად და მხატვრულ ესტეთურ საკითხებს ნაკლები ყურადღება ექცეოდა. ფასადები მარტივად მუშავდებოდა და გაქრა ზედმეტი დეკორატიული ელემენტები (სურ. 1).



სურ. 1 თბილისი, ტიპობრივი საცხოვრებელი სახლები, საბურთალო

ტიპობრივი განაშენიანებით მივიღეთ უბრალო გეომეტრიული მოცულობების კომპაქტური საცხოვრებელი, მდგრადი თავისუფალი სივრცეში და საცხოვრებლის პრობლემის გადაჭრა მოხდა ასეთი სახლების მასიური ტირაჟირებით.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ 1964 წელს აშენებულ სახლებთაგან ტიპობრივი პროექტირებითაა აშენებული 97,3% მშენებლობის ინდუსტრიალიზაციამ განაპირობა საცხოვრებელი რაიონების მსხვილ მასივებად დაგეგმარება. ქალაქგეგმარებაში პრიორიტეტული გახდა საცხოვრებელი რაიონებისა და მიკრორაიონების დაპროექტება, რომელთა ტერიტორია არ იკვეთებოდა სატრანსპორტო მაგისტრალით შეიძლება თამამად ითქვას, რომ ტიპობრივმა საცხოვრებელმა სახლებმა ეფექტური შედეგი გამოიღო ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქვეყნებში, თუმცა იგივეს ვერ ვიტყვით ამერიკაზე.

ერთადერთი ამერიკული კვარტალი, აშენებული ტიპიური ბინათმშენებლობის პრინციპით, მოგვიანებით დანგრეულ იქნა, გაუსაძლისი საცხოვრებელი პირობების გამო.

1950 წ. აშენდა კომპლექსი მისურის შტატის ქალაქ სენტ-ლუისში, იმ დროისათვის პროექტი ითვლებოდა ყველაზე ამბიციურად.

კომპლექსს შავკანიანი პილოტის, მეორე მსოფლიო ომის გმირის ოლივერ პრუიტისა და თეთრკანიანი კონგრესმენის მისურის შტატიდან უილიამ იგოუს საპატივცემულოდ “პრუიგ იგოუს” სახელი დაერქვა.

სურ. 2 “პრუიტ იგოუს” ტიპობრივი საცხოვრებელი სახლები

პროექტზე მუშაობდა არქიტექტორი მინარუ იამასაკი, რომელმაც მოგვიანებით შექმნა ნიუ იორკის ცნობილი ცათამბრჯენი სავაჭრო ცენტრი.

ომპლექსი “პრუიტ იგოუ” შედგებოდა 33-I 11-სართულიანი შენობებისაგან, კომპლექსის შექმნის არსი და მიზანი იყო საშუალო კლასის ახალგაზრდა ოჯახების პრობლემების გადაჭრა (სურ. 2).

მშენებლობის ადგილას იყო შავკანიან ღარიბთა ფენის ბარაკები, საშინელი საცხოვრებელი პირობებითა და ქუჩებში ანტისანიტარიით. სიღარიბესთან ბრძოლის მიზნით შტატის მთავრობამ ჯერ კიდევ 40 –იანი წლების ბოლოს ჩაიფიქრა ასეთი ახალი რაიონების შექმნა (სურ. 3).

სენტ-ლუისში ტიპიური საცხოვრებელი კომპლექსის ასაშენებლად მთავრობამ 36 მილიონი დოლარი გამოყო, რომელიც საზეიმოდ 1956 წელს გაიხსნა.

სურ. 3, სურ. 4 “პრუიტ იგოუს” ტიპობრივი საცხოვრებელი სახლები

ბინები იყო პატარა, იზოლირებული და კომფორტული, თავდაპირველად პრინციპით 50/50 შესახლებულები იყვნენ, როგორც თეთრკანიანი ასევე შავკანიანი მობინადრეები.

კვარტლის კონცეფცია იგეგმებოდა მთელი ამერიკის მასშტაბით, თუმცა მოგვიანებით აღმოჩნდა, რომ კვარტალი ერთ წელიწადში გადაიქცა კრიმინალურ რაიონად და იმ საშუალო ფენამ, რომელთათვისაც განსაზღვრული იყო იქ ცხოვრება ნელ-ნელა დატოვეს იქაურობა. რაიონი მხოლოდ შავკანიანებით იყო დასახლებული, გაიზარდა კრიმინალი.

იმის გამო, რომ მთავრობას ძვირი უჯდებოდა კვარტლის შენახვა 1969 წელს ქირის ღირებულება 3-ჯერ გაზარდა.

კომუნალური გადასახადების გადაუხდელობის გამო მწყობრიდან გამოვიდა საკანალიზაციო სისტემა, მწვავედ დადგა ქუჩებში ანტისანიტარიის პრობლემა (სურ. 4).

1970 წელს ქალაქმა რაიონი საშიშ ზონად გამოაცხადა. მთავრობის გადაწყვეტილებით, ხალხის გამოსახლება მეტად იოლი განსახორციელებელი იყო ვიდრე ინფრასტრუქტურის აღდგენა.

1972 წელს დაიწყო კვარტლის დემონტაჟი, პირველად დაინგრა 3 შენობა, რომელიც ნაჩვენები იქნა ნაციონალური არხით. კადრებში კარგად ჩანდა, რომ პროგრამა სახელწიფო ბინათმშენებლობის შესახებ კრახით დამთავრდა (სურ. 5).

სურ. 5 აშშ-ს ერთ-ერთი ტიპობრივი საცხოვრებელი სახლის დემონტაჟი

3. დასკვნა

ტიპობრივმა განაშენიანებამ აბსოლიტურად სხვა სახის პრობლემები შექმნა თბილისსა და სენტ-ლუისში.

ამერიკაში ბინათმშენებლობამ სოციალური პრობლემები შექმნა ხოლო საქართველოში კი ტიპობრივმა საცხოვრებელმა სახლებმა არქიტექტურული იერსახე დაამახინჯა.

მასობრივი განაშენიანება იმ სახით როგორიც წარმოჩენილია დღეს, იწვევს არა მხოლოდ უკმაყოფილებას თავისი მხატვრული ესთეტური დონით, არამედ აქ ხდება ადამიანთა გაუცხოვება, საცხოვრებელი ადგილის მიმართ, რომელიც სრულებით არ განსხვავდება ასობით, ათასობით მისი მსგავსისაგან. დღეს მასობრივი განაშენიანება „უმისამართოა”, რასაც ტიპობრივი პროექტებით „აღჭურვის” გარდა ხელი შეუწყო არქიტექტორის ჩანაფიქრის სრულიად იგნორირებას.მიკრორაიონები და განაშენიანებული ტიპიური სახლები გარე უბნებში იყო განლაგებული. ის ქალაქი ცენტრს არ ეხებოდა დღეს კი განვითარდა დედაქალაქი შესაბამისად უბნები, რომლებიც ადრე გარე უბნებს წარმოადგენდნენ ახლა აქ მნიშვნელოვანი მთავარი ქუჩები გადის. შესაბამისად გარე უბნებისათვის შექმნილი უსახო შენობები დღეს არქიტექტურულ სახეს ქმნის.

ლიტერატურა

1. А.Гутнов. “Мир Архитектуры” М. 1997,
2. Ф.Л.Раит “Будущее Архитектуры” М 1960,
3. А.А. Тищ Е.В. Воробъва Пластический язык архитектуры М 1986,
4. Ч.Дженкс Язык архитектуры постмодернизма М 1985,
5. ვ. დავითაია “არქიტექტურა, ოცნება და სინამდვილე”თბილისი- 2009.

საინოვაციო პოლიტიკა საქართველოში

თ. ბეჭვაია
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ №77, 0175თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *სახელმწიფო საინოვაციო პოლიტიკის ძირითად მიზნებს წამოადგენს: - ინოვაციური საქმიანობისათვის ეკონომიკური სამართლებრივი და ორგანიზაციული პირობების შექმნა. – წარმოების ეფექტიანობისა და პროდუქციის კონკურენტ-უნარიანობის ამაღლება. ბაზისური და გაუმჯობესებული ინოვაციების საფუძველზე შექმნა და გავრცელება. – საინოვაციო საქმიანობის აქტივიზაციის ხელშეწყობა და საინოვაციო სფეროში მეწარმეობისა და საბაზრო ურთიერთობების გაუმჯობესება.*

საკვანძო სიტყვები: *ინოვაცია, საინოვაციო პოლიტიკა, ბაზისური ინოვაცია.*

1. შესავალი

21-ე საუკუნეში წარმატებული ქვეყნების განვითარების სტრატეგია – საინოვაციო პოლიტიკის გატარებაა, რაც გულისხმობს სახელმწიფოს მხრიდან არა მხოლოდ კვლევით სისტემაში სიახლეების შექმნის სტიმულირებას, არამედ წარმოებაში მათი ათვისების სტიმულირებასაც. ამდენად, საინოვაციო პოლიტიკა ზემოქმედებს როგორც კვლევით სისტემაზე (რომელიც მრავალ ქვეყანაში დიდწილად ან უპირატესად საჯარო სექტორშია განთავსებული), ასევე წარმოებაზე (რომელიც სიახლეებს ითვისებს და უპირატესად კერძო სექტორში იმყოფება). ამ სტიმულების შესაქმნელად სახელმწიფო სპეციალურ ორგანიზაციულ, საფინანსო და ფისკალურ ინსტრუმენტებს იყენებს. ამ ინსტრუმენტების დანიშნულებაა: 1) სიახლეების კვლევითი სისტემიდან წარმოებაში გადაცემის წახალისება და დახმარების გაწევა; 2) სიახლეების ათვისებაში საწარმოებისთვის საკონსულტაციო დახმარების გაწევა, პირდაპირი საფინანსო დახმარების გაწევა და საგადასახადო შეღავათების დაწესება (უმთავრესად მცირე ინოვაციური და დამწყები საწარმოებისთვის). შესაბამისად, საინოვაციო სისტემა მოიცავს როგორც კვლევით სისტემას, ასევე საწარმოებსა და მათ კვლევით სისტემასთან დასაკავშირებლად შექმნილ ინსტიტუტებს. ეს ინსტიტუტებია: ბიზნეს-ინკუბატორები, ტექნოპარკები, მაღალტექნოლოგიური თავისუფალი ინდუსტრიული ზონები, ტექნოლოგიების გადაცემის ცენტრები, ბიზნესსაკონსულტაციო ცენტრები, საინვესტიციო ფონდები და სხვა. ასეთ ქვეყნებში სამეცნიერო პოლიტიკა საინოვაციო პოლიტიკის ნაწილია, ხოლო კვლევითი სისტემა –საინოვაციო სისტემის ნაწილი.

2. ძირითადი ნაწილი

ინოვაციური პოლიტიკის ძირითად ამოცანას თანამედროვე ეტაპზე წარმოადგენს ისეთი სისტემის შექმნა, რომელიც შეძლებს სამამულო ინტელექტუალური პოლიტიკისა და თანამედროვე ტექნიკისა და ტექნოლოგიების მიღწევების გამოყენებას კონკურენტუნარიანი პროდუქციის საწარმოებლად. საინოვაციო სისტემის განვითარება წარმატებულ ქვეყნებში საინოვაციო პოლიტიკის საფუძველზე ხორციელდება. ჩვენი ქვეყნისთვის ეს ფაქტი განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს ევროინტეგრაციასთან

დაკავშირებით, რადგანაც ევროპაში ეკონომიკური ზრდა, სოციალური პრობლემების გადაჭრა, სიღარიბის დაძლევა, დასაქმება და რეგიონების ჩამორჩენის აღმოფხვრა, ძირითადად საინოვაციო პოლიტიკის გატარებითაა უზრუნველყოფილი. საინოვაციო პოლიტიკის განვითარების მიმართ მთავრობის ინტერესი მკვეთრად იზრდება 2012წლიდან, სადაც საპროგრამო დოკუმენტში ხაზგასმული არის ინოვაციური განვითარების საკითხები. შეიქმნა საინოვაციო საბჭო. შეიძლება ითქვას რომ ხელისუფლება უკვე ახორციელებს ცალკეულ ღონისძიებებს იმ სფეროებში, რომლებიც უშუალოდ შედიან საქართველოსთვის საინოვაციო პოლიტიკის საკითხთა ჩამონათვალში.

შეგვიძლია ვთქვათ, რომ საინოვაციო პოლიტიკის შემუშავებისთვის საჭირო წინაპირობები საქართველოში შექმნილია, კერძოდ: 1) ინოვაციური განვითარება აღიარებულია ეკონომიკის ზრდის მექანიზმად. 2) მიმდინარე ვითარების ნაკლოვანებები ცხადი ხდება არა მხოლოდ ინფორმირებული დამკვირვებლებისთვისა და საკითხის მკვლევარებისთვის, არამედ საინოვაციო პროცესის მონაწილეთა ფართო წრისთვისაც. 3) მომზადებულია სპეციალისტთა ბირთვი (ეკონომისტები, მშენებლები, ინჟინრები და მეცნიერები, ფინანსისტები და სხვა), რომელიც საკმარისია სამუშაოს დასაწყებად. 4) შესწავლილია საინოვაციო პოლიტიკის შემუშავებისა და განხორციელების გამოცდილება. 5) ჩამოყალიბებულია საკითხების ჩამონათვალი, რომელსაც პოლიტიკა უნდა შეეხოს. 6) დონორები მზად არიან საინოვაციო პოლიტიკის საკითხებში ტექნიკური დახმარების გაწევისთვის.

უაღრესად მნიშვნელოვანი ისაა, რომ როგორც არ უნდა ჩამოყალიბდეს საბოლოო საინოვაციო პოლიტიკის ამსახველი სტრატეგიული დოკუმენტი, არსებობს საინოვაციო განვითარების მხარდამჭერი ღონისძიებები, რომელიც სტრატეგიის არცერთ შესაძლო შინაარსთან არ მოვა წინააღმდეგობაში.

ინოვაციური პოლიტიკის გატარება შეუძლებელია ტექნოლოგიური პარკების, ინოვაციური ცენტრების და ლაბორატორიების შექმნის გარეშე. საქართველოში ინოვაციური ბიზნესის განვითარების ხელშეწყობისათვის ერთ-ერთ აუცილებელ პირობად მიმაჩნია კიდევ უფრო მეტი ტექნო-პარკების შექმნა, რომლებიც სულ უფრო მეტად პოპულარული ხდება მთელს მსოფლიოში. მათი შექმნით დაინტერესებულნი არიან არა მხოლოდ კერძო საწარმოები, არამედ მთავრობებიც, რადგან ისინი ხელს უწყობენ ქვეყნს ეკონომიკურ აღმავლობას და სუსტი რეგიონების განვითარებას. ინოვაციური პროექტების წარმატებით განსახორციელებლად ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ფაქტორად რაც შეიძლება მეტი “ბიზნესინკუბატორების” ამუშავებას, სადაც მოხდება მომავალი სტრატეგიული პარტნიორების მოძიება, სპეციფიკური ცოდნის შეძენა, ბიზნეს გეგმის მომზადება, ფინანსური რესურსების მოძიება და ა.შ. ამავე დროს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მაღალი რისკის მქონე, ახალი, ინოვაციური იდეების დაფინანსებას. მთავრობამ ხელი უნდა შეუწყოს ვენჩერული ფონდების განვითარებას და ბაზარზე კონკურენციის არსებობას.

სამწუხაროდ საქართველოს არ აქვს იმის ფუფუნება რომ უცხოური კაპიტალის გარეშე უზრუნველყოს ეკონომიკის წინსვლა, ამიტომ განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ხელსაყრელი საინვესტიციო გარემოს შექმნას. ინვესტიციები ხელს შეუწყობს ეროვნული ეკონომიკის ზრდის ტემპების დაჩქარებას, წაახალისებს როგორც ახალ ისე კრიზისში მყოფ საწარმოებს, უზრუნველყოფს ქვეყნის ინტეგრაციულ პროცესებში ჩართვას. საქართველოში ინოვაციური ბიზნესის განვითარება კონკურენტუნარიანი

პროდუქციის წარმოებას უნდა დაეფუძნოს, რისთვისაც არსებითია ინფორმაციასა და ინოვაციურ ტექნოლოგიებზე ხელმისაწვდომობა. იმისათვის, რომ სამეცნიერო-ტექნოლოგიურ პროგრესს მივაღწიოთ აუცილებელია სახელმწიფო მხარდაჭერა. სახელმწიფომ უნდა უზრუნველყოს პოლიტიკური და ეკონომიკური სტაბილურობა, რისთვისაც არსებითია ინფორმაციასა და ინოვაციურ ტექნოლოგიებზე ხელმისაწვდომობა.

ქართული კომპანიების მხოლოდ მცირე ნაწილი ცდილობს სიახლე შესთავაზოს მომხმარებელს, დახვეწოს და გააუმჯობესოს არსებული პროდუქცია. გაიგონ მომხმარებელთა აზრი რა მოსწონთ, რა სიახლეებს მიესალმებიან და ა.შ. აუცილებელია, რომ ინოვაციურ იდეებს სხვადასხვა სტატისტიკური მონაცემების ანალიზი და კვლევები დაედოს საფუძვლად. კომპანიები, რომლებიც აქტიურად გამოიყენებდნენ ინოვაციებს საკუთარ მოღვაწეობაში უფრო სწრაფად ვითარდებოდნენ და პროცენტულად მეტ სამუშაო ადგილებს ქმნიდნენ ვიდრე არა – ინოვაციური კომპანიები.

ინოვაციური პოლიტიკის გატარება ხელს შეუწყობს ქართულ მრეწველობას განვითარდეს, უპასუხოს საერთაშორისო მოთხოვნებს და გასცდეს ჩვენი ქვეყნის ფარგლებს.

3. დასკვნა

საქართველოში ინოვაციის სფეროში მდგომარეობის ანალიზის შედეგად შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ საინოვაციო პოლიტიკის მიმართ დამოკიდებულება მკვეთრად ნეგატიურიდან პოზიტიურისკენ შეიცვალა. შეიქმნა წინაპირობები საინოვაციო პოლიტიკის შემუშავებისთვისა და აგრეთვე, მთავრობის მხრიდან რიგი პრაქტიკული ნაბიჯის გადადგმისთვის ინოვაციური განვითარების მიმართულებით. ეს მოსაზრება გამაგრებულია დონორთა მხრიდან საქართველოსთვის ტექნიკური დახმარების დღის წესრიგში საინოვაციო პოლიტიკის საკითხების ჩათვლით. გარემოებათა შექმნილი კომბინაცია გამოყენებული უნდა იყოს ეფექტიანად. საჭიროა პროცესების მართვის უფრო მაღალ საფეხურზე გადასვლა, როგორც ეს ევროკავშირისა და სხვა ქვეყნებში კეთდება. საინოვაციო პოლიტიკის საფუძველზე განვითარების (შესაბამისად, მართვის) დადებით შედეგებს ამტკიცებს მსოფლიო პრაქტიკა. ასეთი განვითარება ქვეყანაში ეკონომიკური, სოციალური, ჰუმანიტარული და კულტურული პრობლემების ფართო კომპლექსს წყვეტს.

ლიტერატურა

1. მ. გელაშვილი “საინვესტიციო პოლიტიკა” თბ. 2012წ.
2. ლ. ქოიაური “საინვესტიციო მენეჯმენტი და პოლიტიკა” თბ. 2012წ.
3. http://forbes.ge/news/217/3-%E2%80%9Ei%E2%80%9C-s-paradigma
4.http://bfm.ge/sazogadoeba/droa-daiwyos-sainovacio-politikis-danergva-qveyanashi/

ისტორიულ-კულტურული ძეგლების კონსტრუქციების დეფორმაციულობის მიზეზების კვლევა

ნ. ტაბატაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175 თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *ისტორიულ-კულტურული ძეგლების რესტავრაცია-რეკონსტრუქციისათვის მიზანშეწონილია განვიხილოთ მათი კონსტრუქციების თავისებურებები, როგორც დამოუკიდებელი კონსტრუქციები, მათი დეფორმაციულობისა და ამტანუნარიანობის განსაზღვრით სხვადასხვა სტადიაში.*

ნაშრომში წარმოდგენილია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების დიაგნოსტიკის ამოცანები და ამასთანავე თუ რა მეთოდები და საშუალებები არსებობს ძეგლის კონსტრუქციის დეფორმაციულობის მიზეზების გამოსაკვლევად.

ნაშრომში ასევე განხილულია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების დეფორმაციის პირობების შეფასება და ანალიზი, განსაზღვრულია დეფორმაციის გამომწვევი მიზეზების სწორი დიაგნოზის დასმის გზები.

საკვანძო სიტყვები: *ისტორიულ-კულტურული ძეგლები, დეფორმაციულობის დიაგნოსტიკა, ანტიდესტრუქციული მეთოდი, დამაზიანებელი პროცესები.*

1. შესავალი

ისტორიულ-კულტურული ძეგლების რესტავრაციამდე არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება ძეგლის ტექნიკურ დიაგნოსტიკას. დიაგნოსტიკის მთავარი მიზანია არქიტექტურული ძეგლის მდგომარეობის (ხარისხის) განსაზღვრა, საშენი მასალის დაზიანებისა და დეფორმაციების გამომწვევი მიზეზების განმარტვა და შეფასება, მასალის გამოფიტვით გამოწვეული დაზიანებებისა და ძეგლის მექანიკური მახასიათებლების განსაზღვრა შესაბამისი ლაბორატორიული ანალიზების ჩატარების საფუძველზე. ამავე დროს, მნიშვნელოვან მეცნიერულ ამოცანას წარმოადგენს დიაგნოსტიკის პროცესების ოპტიმიზაცია. სრული დიაგნისტიკური სამუშაოების ჩატარება განაპირობებს ისტორიულ-კულტურული შენობის მდგრადობის დაცვას.

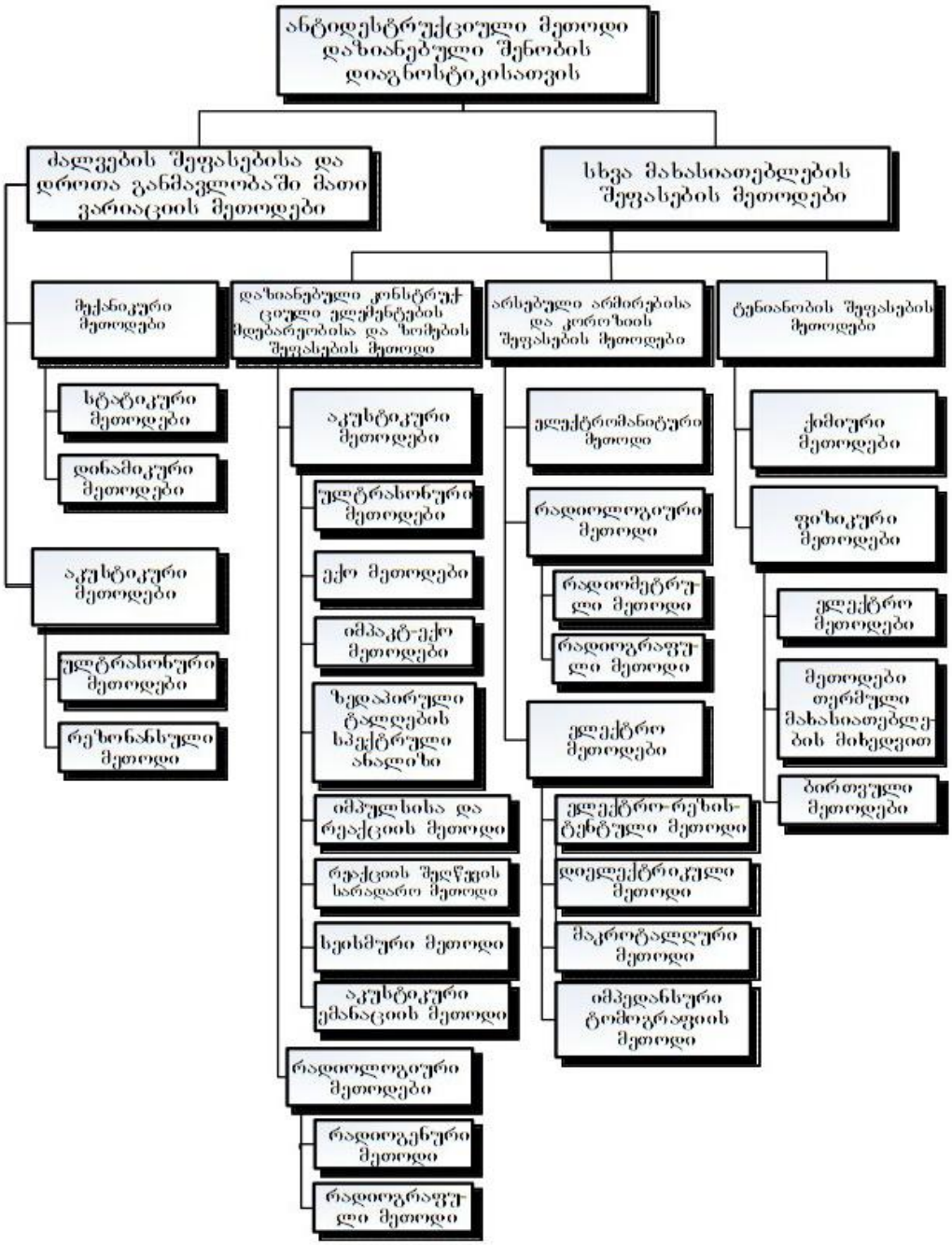
კერძოდ, სამეცნიერო დიაგნოსტიკის ამოცანებს წარმოადგენს:

- საშენი მასალის მექანიკური და ფიზიკური მახასიათებლების განსაზღვრა;
- კონსტრუქციის დეფორმაციის ხარისხისა და ხასიათის განსაზღვრა;
- ინფორმირება გარემოში მიმდინარე პროცესებზე;
- მასალის გამოფიტვით გამოწვეული დაზიანებების ხასიათისა და ხარისხის დადგენა;
- მასალის უხილავი დაზიანებების ადრეული გამოვლენა;
- საშენი მასალის ხარისხის შეფასება;
- კონსტრუქციის დაზიანებისა და რისკის პროგნოზირება;
- ძეგლის დაცვისათვის საჭირო ღონისძიებებით ინფორმირება;
- რეკომენდაციები ძეგლის დაცვის შესაბამის ღონისძიებებზე.

2. ძირითადი ნაწილი

დაზიანებული შენობის დიაგნოსტიკის მეთოდები შეიძლება დავყოთ სამ ჯგუფად: დესტრუქციული, ნახევრად დესტრუქციული და ანტიდესტრუქციული მეთოდები. დესტრუქციული ტესტის ჩატარება შესაძლებელია მხოლოდ ნიმუშებზე

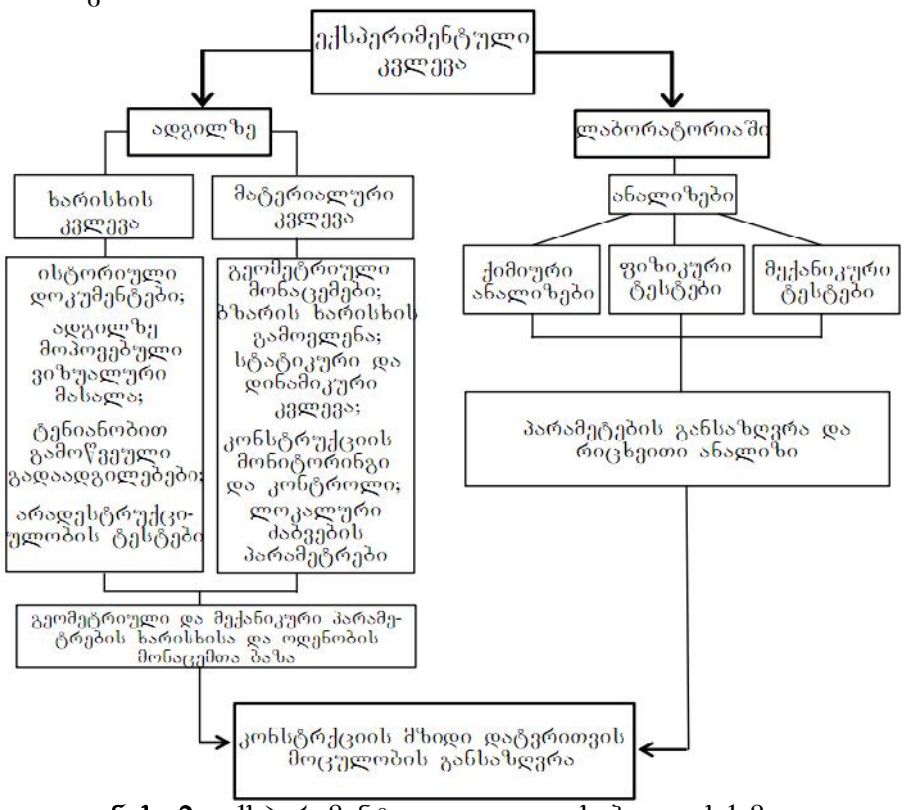
და კონსტრუქციის შემადგენელ ელემენტებზე. ნახევრადდესტრუქციული ტესტიც ნიმუშებზე და კონსტრუქციის ელემენტებზე ტარდება, თუმცა ამ შემთხვევაში ვიღებთ მასალის მახასიათებლების უფრო ზუსტ მონაცემებს, ხოლო ანტიდესტრუქციული ტესტის ჩატარება შესაძლებელია მსგავს ელემენტებზეც და კონსტრუქციებზეც მრავალჯერ და სხვადასხვა დროს. ამიტომ მნიშვნელოვანია სრულად განვმარტოთანტიდესტრუქციული მეთოდი, რომლის ბლოკ-სქემაც მოცემულია ნახ.1-ზე:



ნახ.1. ანტიდესტრუქციული მეთოდის ბლოკ-სქემა

სენსორული აპარატურა და კომპიუტერული პროგრამები გვაძლევს საშუალებას მივიღოთ ტესტის შედეგების ზუსტი ანალიზი, სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით, არამხოლოდ ერთჯერადად, არამედ ნებისმიერი ტიპის დაზიანებული კონსტრუქციის დიაგნოსტიკისათვის.

ისტორიულ-კულტურული ძეგლების დეფორმაციის პირობების შეფასება და ანალიზი შესაძლებელია ძეგლის განლაგების ადგილზე ექსპერიმენტული სამუშაოებისა და ლაბორატორიული სამუშაობის შესრულების შედეგად, რაც მიზნად ისახავს განსაზღვროს მასალის მახასიათებლები, თავად კონსტრუქცია და მოახდინოს კონსტრუქციული ანალიზი მათემატიკური მოდელების გამოყენებით. ძეგლის ადგილზე კვლევა, რომელიც მოხდება ანტიდესტრუქციული მეთოდით, იძლევა მაქსიმალურად ზუსტ შედეგს, რომლის ბლოკ-სქემაც მოცემულია ნახ. 2-ზე.



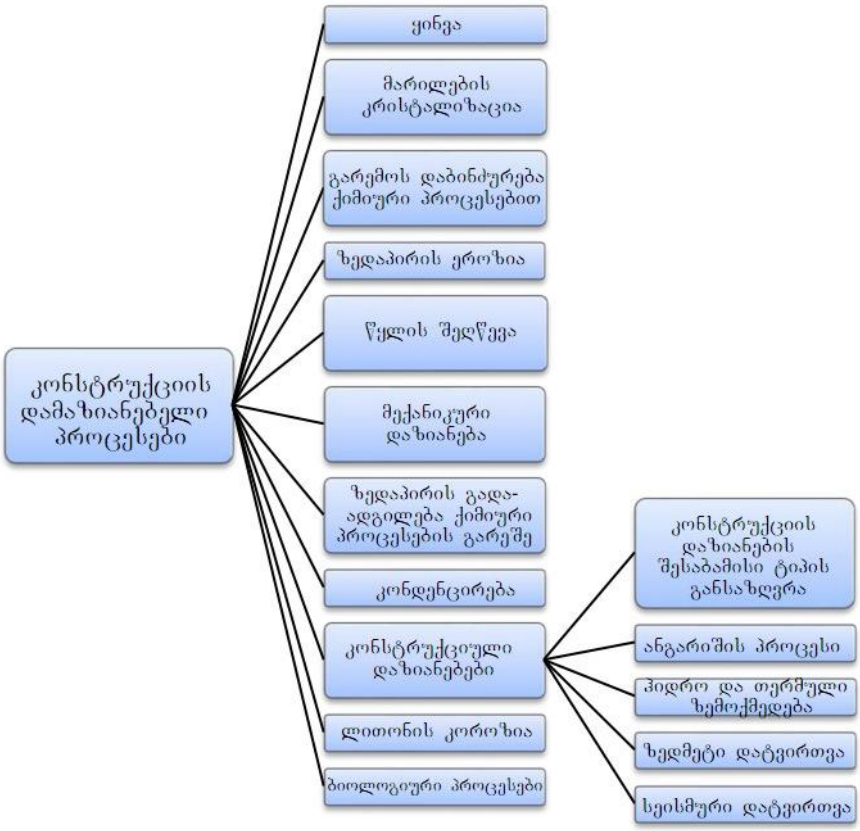
ნახ. 2. ექსპერიმენტული კვლევის ბლოკ-სქემა

პრაქტიკაში, ძეგლის დეფორმაციის გამომწვევი მიზეზების სწორი დიაგნოსტიკისათვის პირველ რიგში მნიშვნელოვანია შენობის მდგომარეობის განსაზღვრა და შემდეგ პრობლემის სწორად გადაჭრა. ეს ნაბიჯი ასევე მოიცავს გადაწყვეტილების მიღებას იმის შესახებ, თუ რა ტიპის კვლევა უნდა ჩატარდეს.

კონსტრუქციაზე დაზიანებები უმეტესად გამოხატულია ბზარების სახით, ხშირ შემთხვევაში დეფორმაციებთან კომბინირებით. ასეთ დროს, დაზიანებული კონსტრუქციის დიაგნოსტიკისათვის, პირველი მნიშვნელოვანი ნაბიჯია ბზარის ხარისხის განსაზღვრა. თუმცა შესაძლებელია ფიქსირდებოდეს არაკონსტრუქციული დაზიანებებიც. იმისათვის რომ დავადგინოთ, რის შედეგად მოხდა კონსტრქციის დაზიანება, უნდა ვიცოდეთ ბზარის გახსნის მიმართულება.

ბზარის წარმოქმნა ამავდროულად შეიძლება გამოიწვიოს კონსტრუქციაზე მოდებულმა ზედმეტმა დატვირთვამ ან სტიქიურმა მოვლენებმა, მაგალითად როგორიცაა მიწისძვრა.

ისტორიულ-კულტურული ძეგლის დეფორმაციის გამომწვევი მიზეზების სწორი დიაგნოსტიკისათვის აუცილებელია განისაზღვროს დაზიანების ყველა გამომწვევი პროცესი, რომელიც ბლოკ-სქემის სახით მოცემულია ნახ. 3-ზე:



ნახ. 3. კონსტრუქციის დამაზიანებელი პროცესების აღმწერი ბლოკ-სქემა

3. დასკვნა

ნაშრომში მოყვანილია ისტორიულ-კულტურული ძეგლების კონსტრუქციების დიაგნოზსტიკის მთავარი მიზანი და ამოცანები. შემდეგ განხილულია ძეგლების კონსტრუქციების დიაგნოზტიკის ჩატარების სხვადასხვა საშუალებები და მეთოდები. განხილულთაგან ყველაზე ოპტიმალური მეთოდის სახით წარმოდგენილია ანტიდესტრუქციული მეთოდი. ძეგლების დეფორმაციის პირობების შეფასებისა და ანალიზისათვის ნაჩვენებია ადგილზე, ექსპერიმენტული და ლაბორატორიული სამუშაობის შესასრულებლად ჩასატარებელი ეტაპები.ისტორიულ-კულტურული ძეგლის დეფორმაციის გამომწვევი მიზეზების სწორი დიაგნოსტიკისათვის წარმოდგენილია კონსტრუქციის დამაზიანებელი პროცესები.

ლიტერატურა

1. Schabowicz K., Hoła J.: Nondestructive elastic-wave tests of foundation slab in office building, 13th Asia-Pacific Conference on Non-Destructive Testing, Yokohama, Japan,2009.
2. van Hees RPJ, Naldini S, Binda L, Van Balen K. The use of MDDS in the visual assessment of masonry and stone structures." Proceedings of the 1st International RILEM Symposium On Site Assessment of Concrete, Masonry and Timber Structures, L. Binda, M. di Prisco, and R. Felicetti, eds., RILEM Publications S.A.R.L., Varenna, Italy, 2008;651-660
3. ACI. ACI 530-11/ASCE 5-11/TMS 402-11: 2011 Building Code Requirements for Masonry Structures. Detroit, USA, 2011.
4. van Hees RPJ, Binda L, Papayianni I, Toumbakari E. Characterisation and damage analysis of old mortars. Materials and Structures 2004;37:644-648.

ასფალტბეტონის ორმოული შეკეთება

ა. ბურდულაძე. ო. ხატიაშვილი.
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ. №77, 0175 თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *საავტომობილო გზების ექსპლუატაციაზე ყოველწლიურად დახარჯული თანხების აბსოლიტური უმრავლესობა მოდის საგზაო საფარების აღდგენაზე. საგზაო საფარის შეკეთბა შესაძლებელია განხორციელდეს სხვადასხვა მეთოდით. სამუშაოების ტექნოლოგიური მეთოდის არჩევანმა უნდა დააკმაყოფილოს განსაზღვრული პირობები. მაღალი ხარისხთან ერთად აუცილბეილია გზის შეკეთების სამუშაოები ჩატარდეს დაბალი დანახარჯებით. სტატიაში განხილული ასფალტბეტონის საფარების ორმოული შეკეთების ტრადიციული ტექნოლოგიების სახესხვაობა.*

საკვანძო სიტყვები: *ასფალტბეტონის საფარი, ორმოული შეკეთება, ბიტუმი, ჭავლურ-ინექციური ტექნოლოგია.*

1. შესავალი

დღეისათვის საქართველოს საგზაო ქსელი მოიცავს:

- საერთაშორისო მნიშვნელობის გზებს - 1528 კმ. მათ შორის: ცემენტბეტონის საფარით - 78 კმ, ასფალტბეტონის საფარით - 1433 კმ, ღორღოვანი საფარით - 17 კმ.
- შიდასახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის გზებს - 5297 კმ. მათ შორის: ცემენტბეტონის საფარით - 156 კმ, ასფალტბეტონის საფარით - 3542 კმ, ღორღოვანი საფარით - 1364 კმ, გრუნტის გზა - 235 კმ.

როგორც ვხედავთ ასფალტბეტონი წარმოადგენს პრიორიტეტულ ფენილს საავტომობილო გზებზე. მათი (ისევე, როგორც ყველა სინჟინრო ნაგებობის), საექსპლუატაციო ვადა განისაზღვრება გარკვეული დროით, რაც დამოკიდებულია: გზაზე მოძრაობის ინტესიობაზე, ავტოპარკის შემადგენლობაზე, კლიმატურ პირობებზე და ა.შ.

ასფალბეტონის ფენილის რეაბილიოტაცია დაკავშირებულია მნიშვნელოვან დანახარჯებთან. დღეისათვის საქართველოში საავტომობილო გზების ექსპლუატაციაზე ყოველწლიურად იხარჯება 35-40 მლნ ლარი, რომლის აბსოლიტური უმრავლესობა მოდის საგზაო საფარების აღდგენაზე.

ამჯერად თქვენი ყურადღება გვინდა შევაჩერო ასფალტბეტონის ორმოულ შეკეთების ტრადიციულ ტექნოლოგიებზე.

2. ძირითადი ნაწილი

მოძრაობის მაღალი ინტესიობისა და გაზრდილი დატვირთვების გამო გზის საფარის მასალა ცვდება და ფუჭდება. ცვეთა ხდება სხვა მიზეზებითაც. მაგალითად მშენებლობაში გამოყენებული მასალის დაბალი ხარისხის, ტექნიკურად არასწორედ შესრულებული საგზაო-სამშენებლო სამუშაოების გამო. გავრცელებულ ტექნოლოგიურ შეცდომას წარმოადგენს გზის საფარის არასაკმარისი დატკეპნა, რის გამოც დროთა განმავლობაში წარმოიქმნება უსწორმასწორო ადგილები, დეფორმაციები, ბზარები, ღრმულები და ორმოები.

პრაქტიკიდან გამომდინარე დადგინდა, რომ ყოველწლიურად საფარის ლოკალური მიმდინარე რემონტი სჭირდება გზის საერთო ფართობის 2-3%-ს. როდესაც სერიოზული დაზიანება და დეფექტი აღწევს 12-15%. აუცილებელია განხორციელდეს ამ ფართობის სრული შეკეთება.

საგზაო საფარის სისტემატიურ „მკურნალობას“ ახორციელებენ სხვადასხვა მეთოდებით. სარემონტო სამუშაოების მთავარი მიზანია, უზრუნველყოს საგზაო მოძრაობის წესების დაცვით და გზებზე დაშვებული სიჩქარით ტრანსპორტის უსაფრთხო მოძრაობა.

საგზაო საფარის შეკეთება სრულდება უმეტესად მშრალ ამინდში, როდესაც ჰაერის ტემპერატურა სტაბილურად თბილია და $+5^0$C-ზე მაღალია. თუმცა მოთხოვნილება აუცილებელ და საჩქარო, არაგეგმიურ და ავარიულ სარემონტო სამუშაოების შესრულებაზე წარმოიქმნება პრაქტიკულად წლის ნებისმიერ დროს და ამინდის ნებისმიერ პირობებში.

ორმოული შეკეთების სამუშაოების ტექნოლოგიური მეთოდის არჩევანმა უნდა უპასუხოს განსაზღვრულ მოთხოვნებს. დეფექტის აღმოფხვრა უნდა მოხდეს მაღალი ხარისხით და მიესადაგებოდეს იმ მოთხოვნებს როგორიც არის: სიმკვრივის მაჩვენებელი, ფორიანობა, ზედაპირის სისწორე და ხორკლიანობა. იმისათვის რომ დავიცვათ ტექნოლოგიური პროცესი საგზაო საფარის შეკეთებისთვის, აუცილებელია საჭირო მასალის, მანქანების და დანადგარების არსებობა ან ხელმისაწვდომობა. ამინდის პირობების მიხედვით ირჩევენ შესაბამის სარემონტო მეთოდებს: მარტივს ან რთულს, მაგრამ ნებისმიერ შემთხვევაში ის უნდა მიესადაგებოდეს ოპტიმალურ კრიტერიუმებს - დროულად მოხდეს საგზაო მოძრაობის აღდგენა, ამასთან ერთად გზის შეკეთების სამუშაოები ჩატარდეს დაბალი დანახარჯებით.

ასფალტბეტონის საფარის ყველაზე ხელმისაწვდომ და გავრცელებულ მეთოდს წარმოადგენს ორმოულ შეკეთება ასფალტბეტონის ცხელი ნარევით. ცხელი ნარევის ტექნოლოგიის გამოყენებით, გზის საფარის შეკეთების ხარისხი მაღალია, მაგრამ შეკეთების ეს მეთოდი დამოკიდებულია ამინდის პირობებზე და ტექნოლოგიის ზუსტ დაცვაზე, აგრეთვე მკაცრ ტემპერატურულ რეჟიმზე. გზის საფარის სამუშაოებზე ეს ფაქტორები ნაკლებ გავლენას ახდენს იმ შემთხვევაში, როცა გამოიყენება ცივი ბიტუმშემცველი ნარევი, ბიტუმის ემულსიები და სხვ. ტექნოლოგიური მეთოდების ეს ჯგუფი პოპულარულია ბევრ ქვეყანაში, მისი მარტივი, ნაკლებად მკაცრი წესების და ამინდის პირობებიდან გამომდინარე მაღალი ეკონომიურობის გამო.

როდესაც არჩევანი დგება ასფალტბეტონის საფარის შეკეთების ცხელ და ცივ ტექნოლოგიებს შორის, უნდა გავითვალისწონოთ რომ იმ ასფალტბეტონის სიმყარე და წყალგაუმტარობა, რომელიც დამზადებულია ცივ თხევად ან გათხევადებულ ბიტუმზე 2-3-ჯერ დაბალია, ვიდრე ცხელ ბიტუმზე, ამ მიზეზის გამო მას ძირითადათ იყენებენ III-V კატეგორიის გზის საფარისთვის. ცხელ ასფალტბეტონს გამოიყენებენ უპირატესად I-II კატეგორიის გზის შეკეთებისთვის.

მესამე ჯგუფს შეიძლება მივაკუთვნოთ ისეთი შეკეთება რომელშიც, გამოიყენება არასტანდარტული და საგზაო შეკეთების საქმეში ნაკლებად გავრცელებული პოლიმერულ-ბიტუმის, ცემენტის და სხვა სპეციალური მასალის ნაზავები. მათ იყენებენ მხოლოდ განსაკუთრებულ შემთხვევაში, მაგ.: ცემენტ-ბეტონის საფარის დეფექტების ავარიულ სარემონტო სამუშაოებში, ხიდის საფარის ავარიულ სამუშაოებში და ა. შ.

სარემონტო ადგილის მომზადება შედგება რამოდენიმე ოპერაციისაგან:

1. შესაკეთებელი ორმოების საზღვრების და დამატებით მისი პერიმეტრის გარშემო 3-5 სანტიმეტრის მონიშვნა სწორი ხაზებით გზის ღერძის გასწვრივ და განივად (მართობულად). რამოდენიმე ახლო მდებარე ორმოს გაერთიანება ხდება ერთ კონტურში.

2. ორმოების წიბოების ჩამომტვრევა და გასუფთავება ხდება სამტვრევი ჩაქუჩის შესაბამისი წვერით. ჰიდრავლიკური ტიპის სამტვრევ ჩაქუჩს, რომლის

მასა 16-20კგ-ია მიუერთებენ ან სპეციალურ მცირე ზომის გადასატან ჰიდროსადგურს შიდაწვის ძრავით, ან ტექნოლოგიური შეკეთების პროცესში ჩართულ თვითმოძრავი მანქანა-დანადგარის ჰიდრავლიკურ მექანიზმს. ასეთი სამუშაოების საწარმოებლად შეიძლება აგრეთვე გამოვიყენოთ პნევმატიური სამტვრევი ჩაქუჩები 0,8-1,0კვტ სიმძლავრის, რომელიც მიერთებულია კომპრესორთან, რომლის ტექნიკური მონაცემებია: ჰაერის ხარჯვა არა უმცირეს 0,5მ^3/წთ და წნევა არა უმცირეს 6-7 ატმოსფერო.

3. ისეთი შესაკეთებელი სამუშაოების მომზადებისთვის როგორიცაა ვიწრო და გრძელი ორმოები, რომლის ფართობი 2-3მ^2-ია, ან ბზარები დანგრეული კიდეებით, მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ცივი ფრეზები. არსებობს სხვადასხვა ტიპის ცივი ფრეზები: მცირე მოცულობის, კომპაქტური, თვითმოძრავი პატარა ბორბლებზე, მისაბმელი, დაკიდებული, რომელიც ჭრის 200-500მმ სიგანის და 50-150მმ სიღრმის დეფექტურ ფენას. ჩვეულებრივად, ერთი საათის შეუწყვეტელი მუშაობის მანძილზე ფრეზი გადის 2300მ-ს. უფრო დიდ ფართობზე სამუშაოდ გამოიყენება უფრო დიდი ცივი ფრეზი, რომელიც 500-1000მმ სიგანის და 200-500მმ სიღრმის მასალას ჭრი. ცივი ფრეზის ცალკეული მოდელები დამატებით არის აღჭურვილი ლენტური ტრანსპორტიორით, რომელიც მიაწვდის მოჭრილ მასალას დამტვირთველის ჩამჩაში, ან სატრანსპორტო საშუალების ძარაზე, რის გამოც საგრძნობლად მცირდება ხელით სამუშაოების მოცულობა.

4. შესაკეთებელი ადგილის - ფსკერის და კედლების გასასუფთავებლად მცირე ნატეხებისაგან, ნამცეცებისგან, მტვერისგან, ჭუჭყისგან და სისველისგან ძირითადად გამოიყენებენ „მტვერსასრუტის“ ტიპის დამხმარე მანქანებს, ან ჯაგრისიან მანქანებს.

5. მცირე ნაწილაკებისგან და მტვრისგან გასუფთავებული ორმოს ფსკერის და კონტურული კედლის დაფარვა ხდება თხევადი ბიტუმის ან ბიტუმის ემულსიის (ბიტუმის ხარჯი 0,3-0,5ლ/მ^2) თხელი ფენით. ეს დაფარვა შეიძლება შესრულდეს არსებული სახსრების გამოყენებით (მოძრავი ბიტუმის გამათბობელი, ბიტუმის ქვაბი, ავტო-გუდრონატორი და სხვა), ამასთან მხედველობაში უნდა გვქონდეს, რომ როგორც ზედმეტი, ასევე არასაკმარისი ბიტუმის საპოხის გამოყენება, ამცირებს ახალი საფარის ფენის შეჭიდების ხარისხს ძველთან. ძალიან ეფექტურია ორმოების გასაპოხად მცირე ზომის დანადგარების გამოყენება, რომლიც ტუმბოს საშუალებით მიაწვდის ბიტუმის ემულსიას შემაფრქვეველი 3-4მ სიგრძის შლანგით. არის ემულსიის მისაწოდებელი უფრო უბრალო აგრეგატები და დანადგარები, კასრი ხელის ტუმბოთი ან გადასატანი ტუმბო. მცირე სამუშაოებზე და პატარა ზომის ორმოების ემულსიით დაგრუნტვა-დაფარვის სამუშაოებზე, შეიძლება გამოვიყენოთ გადასატანი დანადგარი (10-20ლ მოცულობით), რომელიც აფრქვევს ემულსიას შეკუმშული ჰაერით - პულვირიზატორის პრინციპით.

ორმოების შეკეთებისთვის უკეთესია გამოვიყენოთ ა/ბეტონის ქარხანაში დამზადებული ასფალტბეტონის ცხელი ნარევი. ასფალტბეტონის მიწოდება შეკეთების ადგილამდე მიზანშეწონილია სატრანსპორტო საშუალებებით, რომელიც აღჭურვილია სპეციალური თერმული ბუნკერით, რომელიც ინახავს ნარევს ცხელ მდგომარეობაში რამოდენიმე საათის განმავლობაში. ზოგიერთ ქვეყანაში (გერმანია, ჰოლანდია, შვედეთი და სხვ.) გზის საფარის შეკეთების ნორმატიულ დოკუმენტებში მითითებულია თერმო საიზოლაციო კონტეინერების (თერმო ბუნკერის) აუცილებელი გამოყენება, რადგან თუ დასაგები ნარევის ტემპერატურა 110-120^{0}C-ზე დაბალია ის ითვლება უვარგისად.

ჩვეულებრივი, თერმო კონტეინერი, იტევს 2-2,5ტ-დან 8-10ტ-მდე ცხელ ნაზავს (1,5-6მ^3) და ინარჩუნებს მის მაღალ ტემპერატურას მთელი სამუშაო დღის მანძილზე.

სამწუხაროდ ხშირად ცხელი ნარევის გადამტანი ბუნკერი არ უზრუნველყოფს ტემპერატურულ რეჟიმს, განსაკუთრებით ადრე გაზაფხულზე და

გვიან შემოდგომაზე. რაც შემდგომ მოქმედებს სამუშაოების შესრულების ხარისხზე.

იმ შემთხვევაში როცა ა/ბეტონის ქარხანა არ მუშაობს, (გვიანი შემოდგომა, ზამთარი, ადრეული გაზაფხული) ან ნარევის დიდ მანძილზე გადატანა შეუძლებელია, რეკომენდირებულია გამოიყენებოდეს რეციკლინგის ტექნოლოგია - მეორადი დამუშავება ასფალტ-ბეტონის მასალის ნაჭრების სახით, ნარჩენების გაცხელების გზით და შესაკეთებელ ადგილზე გულდასმით მისი არევა სპეციალურ მისაბმელზე ან თვითმავალ მანქანაში - რეციკლერში. ჩატვირთული მასალის არევა ხდება გრავიტაციის საშუალებით ცილინდრულ ბარაბანში, რომელიც აღჭურვილია პირებით და სპეციალური გამაცხელებლით. ერთი მორევის წონა, რომელიც დამოკიდებულია ცილინდრის ტიპზე და ზომაზე 200-დან 1600კგ-მდე. ნაზავის მომზადების დრო - 10-20წთ. (მასალის ჩატვირთვა და ნაზავის გაცხელება).

უფრო ეფექტურად რეციკლერი მუშაობს თუ მასში ჩაიტვირთება მცირე ზომის ასფალტის გრანულები, რომელიც მიღებულია ცივი ფრეზირების გზით. იმისათვის რომ ნარევის თვისებები გაუმჯობესდეს, საჭიროა ასფალტის ნარჩენებს (გრანულატს) ჩატვირთვის დროს დაემატოს მყარი ან ნახევრად მყარი ბიტუმი, ნარჩენის წონის 1-2% რაოდენობის მიხედვით. ცხელი ნაზავის ნაწილობრივ ან მთლიან ჩამოტვირთვას რეციკლერიდან აწარმოებენ პირდაპირ შესაკეთებელ ადგილზე ან მცირე ზომის ხელის ურიკაში, ან სატვირთო ჩამჩაში, იმისთვის რომ მიეწოდის ნაზავი ადგილზე დასაგებად.

რეციკლინგის გამოყენების ეკონომიური ეფექტურობა და მიზანშეწონილობა არის მაღალი. არსებული ასფალტ-ბეტონის ნარჩენებისგან მომზადებული ნარევი სამუშაოების დანახარჯებს 50-60% - ით ამცირებს, ახალი ნარევის მომზადების და ადგილზე მიტანის დანახარჯებთან შედარებით.

სავალი ნაწილის ორმოული დაზიანების აღმოფხვრის ჭავლურ-ინიექციური ცივი ტექნოლოგია ბიტუმის ემულსიის დახმარებით წარმოადგენს ამ მომენტისათვის ყველაზე მოწინავე და პროგრესულ ტექნოლოგიას. ევროპაში და ამერიკაში მას წარმატებით იყენებენ უკვე დიდი ხანია. ამ ტექნოლოგიის მთავარი არსი არის იმაში, რომ ყველა საჭირო ოპერაციას ასრულებენ თვითმავალი ან მისაბმელი ტიპის მხოლოდ ერთი მანქანით (დანადგარით).

ორმოული შეკეთებისთვის მოსამზადებელი სამუშაოები მიდის ფაქტიურად მხოლოდ იქამდე, რომ სამუშაო ადგილი გულდასმით გასუფთავდეს მტვრისგან, ნაგვისაგან, სისველისგან მაღალ სიჩქარიანი ჰაერის ჭავლის შებერვის გზით. ორმოს ზედაპირის ბიტუმის ემულსიით დამუშავებით. ორმოს წიბოების დამუშავება, ან ასფალტ-ბეტონის ფრეზირება ორმოს გარშემო ამ ტექნოლოგიის მიხედვით აღარ სრულდ.

ორმოებს ავსებენ წვრილმარცვლოვანი ღორღით, რომელიც შერეულია ბიტუმის ემულსიაში. ღორღის მიწოდება ორმოს ამოსავსებად ძლიერი ჰაერის ჭავლის დიდი სიჩქარით ხდება, რომელიც პრაქტიკულად გამორიცხავს დამატებით გამოვიყენოთ ვიბროფილა ან ვიბროსატკეპნი.

ჭავლურ-ინექციური ცივი ტექნოლოგიით ორმოული სამუშაოების შესრულების დროს რეკომენდირებულია გამოვიყენოთ სუფთა მცირე ფრაქციის ღორღი 5-10 (15)მმ და მალე დაშლადი კათიონური (მჟავე ქვის სახეობა, მაგალითად გრანიტი) ან ანიონური (ძირითადი ქვის სახეობა, მაგალითად კირქვა) 60%-იანი კონცენტრაციის ბიტუმის ემულსია. ემულსიის ხარჯი ორმოს წასაცხებად და ღორღის დასაფარად მანქანის კამერაში არევის დროს, ერთად შეადგენს 3-5% ღორღის მასის მიხედვით (ბიტუმის ხარჯი, არაუმეტეს 2-3%).

აგრეგატი შეიძლება სტაციონალურად დამონტაჟდეს მისაბმელზე ან ძარაზე. ორმოული შეკეთების ძირითადი მანქანა პნევმო შეფრქვევის მეთოდით მუშაობს. მანქანის შემადგენლობაში შედის:

- საბაზო ძარა, ან მისაბმელი;
- ორგანყოფილებიანი ბუნკერი ღორღის ორი ფრაქციისთვის: 5-10მმ - 2,4მ^3, და 10-15მმ - 2,4მ^3;
- 1300ლ მოცულობის გასაცხელებელი და შეფუთული ავზი, რომელიც განკუთვნილია ემულსიისთვის;
- 1000ლ მოცულობის ავზი წყლისთვის;
- ჰაერის შებერვის მოწყობილობა მაღალი წარმადობის (13-24მ^3/წთ) ღორღის პნევმატიური მიწოდებისათვის;
- ორი ლილვი, რომელიც საჭიროა ღორღის მისაწოდებლად ბუნკერის განყოფილებიდან მილში ჰიდროძრავის ბრუნვის სიჩქარის მარეგულირებლით;
- ორი დიაფრაგმული ტუმბო, იმისთვის რომ დარეგულირებელი წნევით მიეწოდოს ემულსია და წყალი;
- დიზელის ძრავი საჰაერო გაგრილებით 38 კვტ სიმძლავრის;
- მოწყობილობის კომპლექტი გაზის გამათბობლით ემულსიის გასაცხელებლად;
- კომპრესორი 510ლ/წთ მიწოდებით და 12 ატმ.წნევით;
- წყლის და ემულსიის წნევის ორი მარეგულირებელი მანომეტრი;
- შემსუბუქებული კონსტრუქციის ისარი პნევმოამწეთი, იმისთვის რომ შესრულდეს სამუშაოები 8მ რადიუსის არეში;
- სამართავი პულტი, რომელიც საშუალებას იძლევა ერთმა ოპერატორმა მართოს გზის საფარის შეკეთების ტექნოლოგიური პროცესი;
- წრიული ცირკულაციის სისტემა, რომელიც არ აძლევს უფლებას მილებში ემულსიის გამაგრებას გარემოს დაბალ ტემპერატურაზე;
- სისტემა, რომელიც რეცხავს და ასუფთავებს მილებს ემულსიის ნარჩენებისგან. საკუთარი დიაფრაგმული ტუმბოს გამოყენებით ემულსიას უკან ტუმბავს ბაკში, წყლით რეცხავს ორმოს ფსკერს თიხისგან და ჭუჭყისგან 8ატმ.წნევით, ასველებს და რეცხავს ღორღს სანამ მიაწვდის მილებში, იმისათვის რომ გაუმჯობესდეს ადგეზია;
- ღორღის მიმწოდებელი მილი 75მმ დიამეტრის და 4,5მ სიგრძის, ცვეთა გამძლე;
- წყლის და ემულსიის ცალცალკე მიწოდების მოსახსნელი გამაცხელებელი.

ბოლოს შეიძლება ვთქვათ, რომ ცუდი გზების მიზეზი ეს არის წვიმის და თოვლის დროს აღნიშნული ტექნოლოგიით სარემონტო სამუშაოების ჩატარება. ამ დროს, შეუძლებელი ან ძნელია გასუფთავდეს ორმოები წყლისგან, მტვრისგან და ნაგვისგან, რის გამოც ტექნოლოგია ირღვევა. ეს იწვევს შეკეთებული ადგილის ექსპლუატაციის ვადის შემცირებას. ის იშვიათად ძლებს რამოდენიმე თვეზე მეტს.

3. დასკვნა

როგორც მრავალწლიანი პრაქტიკა გვიჩვენებს, ასფალტბეტონის საგზაო საფარების სარემონტო სამუშაოებისას მნიშვნელოვანია, კონკრეტული პირობების გათვალისწინებით, სწორად შეირჩეს პროცესების წარმართვის ტექნოლოგია, რათა შესრულებული სამუშაოების მაღალ ხარისხთან ერთად უზრუნველყოფილი იყოს მინიმალური დანახარჯები.

ლიტერატურა

1. ECOCITYGROUP. Процесс инфракрасного ремонта асфальта. 2009
2. htt:\\www.dor.ru/articles/1/11/yamochnyi-remont-dorogi-tradicionnie i novie metodi. გადამოწმებულა 20.04 2016

შედგენილი ცილინდრების გაანგარიშება ზღვრულ მდგომარეობაზე გარეგანი წნევის პირობებში

რ. გიორგობიანი, ვ. სოხაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77)

რეზიუმე: *ნაშრომში განხილულია შედგენილი ცილინდრის გარე ზედაპირზე თანაბრად განაწილებული ჰიდროსტატიკური წნევის ზემოქმედება. გარე და შიგა ცილინდრების შეხების ზედაპირებზე ხახუნი უმნიშვნელო იქნება და მხედველობაში არ მიიღება. ამგვარად ჩამოყალიბებული ამოცანა იქნება გეომეტრიულად არაწრფივი. გარე დატვირთვის ზრდის პროცესში კონსტრუქცია დეფორმაციის სამ ეტაპს გაივლის: მთელი რიგი გარდაქმნები საშუალებას მოგვცემს მთლიანად დავახასიათოდ გარე ცილინდრის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა და შევადგინოთ განტოლებები ამ სიდიდეების გამოსათვლელად.*

საკვანძო სიტყვები: *შედგენილი ცილინდრი, დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა, წნევა, პოლარული კოორდინატები.*

1. შესავალი

ნაშრომში განიხილება შედგენილი ცილინდრის ფორმის დეტალი. გარე ცილინდრზე თანაბრად განაწილებული ჰიდროსტატიკური წნევის მოქმედების შედეგად ცილინდრი კარგავს მდგრადობას, იღებს ტალღის ფორმას და მაქსიმალური დეფორმაციის ადგილებში შედის კონტაქტში შიგა ცილინდრის ზედაპირთან. ერთეულოვანი სიგრძის გათვალისწინებით გამოვიკვლიოთ შედგენილი ცილინდრის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა.

2. ძირითადი ნაწილი

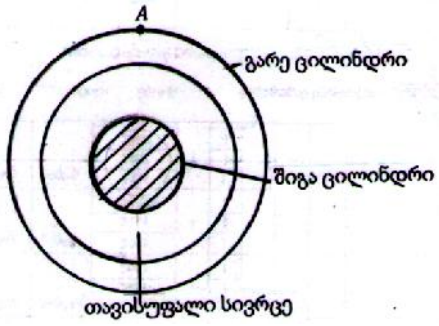
მანქანებსა და მექანიზმებში ხშირად გამოიყენება შედგენილი ცილინდრის ფორმის დეტალები, რომლებიც მუშაობენ შემდეგ პირობებში: გარე, შედარებით რბილი მასალისაგან დამზადებული ცილინდრი განიცდის გარე ზედაპირზე თანაბრად განაწილებული ჰიდროსტატიკური წნევის ზემოქმედებას. შიდა და გარე ცილინდრებს შორის საწყის მდგომარეობაში არსებობს გარკვეული სიდიდის სიცარიელე. გარე წნევის ზრდის გამო გარე ცილინდრი კარგავს მდგრადობას, იღებს გარკვეული ტალღის ფორმას და მაქსიმალური დეფორმაციის ადგილებში შედის კონტაქტში შიგა ცილინდრის ზედაპირთან. შეხების ზედაპირებზე დეფორმაციების შეზღუდვის გამო იზრდება გარე ცილინდრის მზიდუნარიანობა, რაც აუმჯობესებს კონსტრუქციის მუშაობის პირობებს. დატვირთვის ბუნებიდან გამომდინარე შესაძლებელია დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის გამოკვლევა დავიწყოთ ერთეულოვანი სიგრძის გათვალისწინებით. გარე და შიგა ცილინდრების შეხების ზედაპირებზე ხახუნი უმნიშვნელო იქნება და მხედველობაში არ მიიღება. ამგვარად ჩამოყალიბებული ამოცანა იქნება გეომეტრიულად არაწრფივი. გარე დატვირთვის ზრდის პროცესში კონსტრუქცია დეფორმაციის სამ ეტაპს გაივლის:

1) გარე ცილინდრის დეფორმაცია ჯერ არ იწვევს მის შეხებას შიგა ცილინდრთან (ნახ. 1).

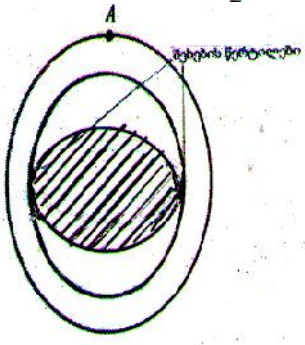
2) გარე და შიგა ცილინდრები გარკვეულ წერტილებში ეხებიან ერთმანეთს (ნახ. 2).

3) შეხების ზედაპირი ქმნის გარკვეული სიგრძის რკალს (ნახ.3). მოვძებნოთ გარე ცილინდრის შუა ზედაპირის წერტილების მდებარეობა, რისთვისაც შემოვიტანოთ პოლარული კოორდინატები r და θ [1], რომლებიც დაკავშირებული იქნებიან შიდა ძალოვან ვექტორებთან შემდეგი ამოკიდებულებებით

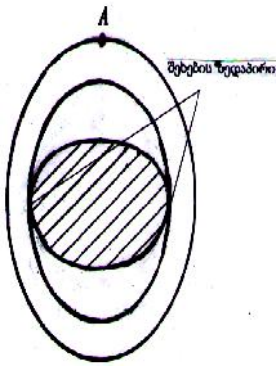
$$P = p \cdot r; \qquad M = M_A + \frac{pr^2}{2} - P_A^2/2p \tag{1}$$



ნახ. 1



ნახ. 2



ნახ. 3

აქ $p-$ გარე წნევის სიდიდეა; P და M სრული ძალვა და მღუნავი მომენტებია. P_A და M_A იგივე ძალოვანი ფაქტორების სიდიდეებია A წერტილში. r და $\theta-$ს გამოსათვლელად ვისარგებლოთ ცნობილი დიფერენციალური განტოლებებით:

$$\frac{d(r^2)}{ds} = 2\sqrt{r^2 - (A_0 \cdot r^4 + B_0 \cdot r^2 + C_0)^2}$$
$$\frac{d\theta}{ds} = (A_0 \cdot r^4 + B_0 \cdot r^2 + C_0) \cdot r^{-2} \tag{2}$$

ამ განტოლებებში A_0, B_0, C_0 –მუდმივებია, რომლებიც დამოკიდებულნი არიან p, P_A, M_A სიდიდეებზე, ხოლო $s-$რკალის სიგრძეა, რომელიც A წერტილიდან აითვლება. ნაშრომში [2] მოცემულია (2) განტოლებების ზოგადი ამონახსნი. ამ ამონახსნში ფიგურირებენ შემდეგი სიდიდეები: r და θ პოლარული კოორდინატები, სიმრუდის რადიუსი – ρ, კუთხე პოლარულ რადიუსსა და გარე ცილინდრის დრეკადი ხაზის ნორმალს შორის – λ. ამონახსნი წარმოადგენს სწრაფად კრებად მწკრივებს დამოკიდებულს p, s და q, h სიდიდეებზე.

$$r = \frac{1}{\mu^2}\sqrt{\frac{1}{2}\left(\frac{l}{\rho}\mu_2 + \mu_3\right)}; \qquad \vartheta = \mu \cdot \tau + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{a_m + c_m}{m} \sin m\tau;$$
$$\frac{l}{\rho} = \mu + 1\sum_{m=1}^{\infty} a_m \cdot \cos m\tau; \qquad \lambda = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{c_m - 3a_m}{m} \sin m\tau;$$

$$\mu = \frac{1-h}{1+h} - 2\sum_{m=1}^{\infty} q^m \cdot l_m \cdot d_m; \qquad \mu_1 = \frac{h}{(1+h)^2} - \sum_{m=1}^{\infty} m \cdot q^m \cdot d_m \cdot g_m;$$

$$\mu_2 = \frac{h(1-h)}{(1+h)^3} + \sum_{m=1}^{\infty} m^2 \cdot q^m \cdot l_m \cdot d_m;$$
$$\mu_3 = \frac{h(4h - h^2 - 1)}{(1+h)^4} + \sum_{m=1}^{\infty} m^3 \cdot q^m \cdot d_m \cdot q_m; \tag{3}$$

$$a_m = \left(\frac{q}{h}\right)^{\frac{m}{2}} \cdot d_m[1-(-h)^m]; \qquad b_m = \left(\frac{q}{h}\right)^{\frac{m}{2}} \cdot d_m[1+(-h)^m];$$

$$c_m = (-1)^m \left(\frac{q}{h^3}\right)^{\frac{m}{2}} \cdot d_m[1-(-h)^m]; \qquad d_m = [1-(-q)^m]^{-1};$$

$$l_m = h^{-m} - h^m; \qquad q_m = h^{-m} + h^m;$$

t –პარამეტრი დაკავშირებულია მაქსიმალური სიმრუდის შესაბამისი წერტილიდან ათვლილი s – რკალის სიგრძესთან, შემდეგი თანაფარდობით $t = {}^{s}/_{l}$; სადაც $l = (4\mu_2 \cdot D)^{1}/_{3} \cdot p^3$; აქ D – გარე ცილინდრის სიხისტეა ღუნვაზე q, h და S_B სიდიდეები საშუალებას მოგვცემს მთლიანად დავახასიათოთ გარე ცილინდრის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობა. შევადგინოთ განტოლებები ამ სიდიდეების გამოსათვლელად ზემოთ აღწერილი სამი ეტაპის შესაბამისად.

1. პირველი ეტაპი – გარე ცილინდრი შეუზღუდავად დეფორმირდება. ე.ი. გარე და შიგა ცილინდრები ერთმანეთს არ ეხებიან.

$$f_1 = S_B - \frac{\pi R}{N} = 0; \quad f_2 = \theta_B - \lambda_B - \frac{\pi}{N} = 0; \quad f_3 = l - \frac{R}{N} = 0 \qquad (4)$$

2) მეორე პერიოდი ითვალისწინებს წერტილოვან კონტაქტს. შესაბამისად გვექნება

$$f_1 = S_B - \frac{\pi R}{N} = 0; \quad f_2 = \theta_B - \lambda_B - \frac{\pi}{N} = 0;$$

$$f_3 = r_B \cdot sin\theta_B - (R-\Delta)sin(\theta_B - \lambda_B) = 0 \qquad (5)$$

3) მესამე ეტაპი შეესაბამება ცილინდრების კონტაქტს რკალებზე

$$f_1 = \rho_B - R + \Delta = 0; \quad f_2 = \theta_B - \lambda_B + \frac{\pi R/N - S_B}{R-\Delta} - \frac{\pi}{N} = 0;$$

$$f_3 = r_E \cdot sin\theta_B - (R-\Delta)sin(\theta_B - \lambda_B) = 0 \qquad (6)$$

ამ განტოლებაში N – სიმეტრიის ღერძების რაოდენობაა, R – გარე ცილინდრის რადიუსი, Δ – თავდაპირველი ღრეჩო გარე და შიგა ცილინდრებს შორის, რომელიც მათი რადიუსების სხვაობის ტოლია.

ამოვხსნათ განტოლებათა ეს სისტემა დატვირთვის პარამეტრის გაგრძელების მეთოდის გამოყენებით. ამ მეთოდის შესაბამისი ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებები შემდეგნაირად გამოისახებიან:

$$\frac{dX}{dp} = -[f_x^1(X,p)]^{-1} \cdot f_p(X,p)$$

სადაც

$$X = \begin{pmatrix} q \\ h \\ S_B \end{pmatrix}; \qquad f = \begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \\ f_3 \end{pmatrix} \qquad (7)$$

ამ სისტემის საწყისი პირობები შეესაბამებიან გარე ცილინდრის დეფორმაციის პირველ ეტაპს

$$P_0 = (N^2-1)\frac{D}{p^3}; \qquad X_0 = \begin{pmatrix} 0 \\ (N-1)/(N+1) \\ \pi R/N \end{pmatrix}$$

$r_B = R - \Delta$ პირობის შესრულების შემთხვევაში (4) სისტემის შესაბამისი ვექტორი f შეიცვლება (5) სისტემის შესაბამისი ვექტორით. ამავე დროს შესაბამისი კორექტირება უნდა შევიტანოთ (6)-ში. სავსებით ანალოგიურად ვიქცევით იმ შემთხვევაში, როცა $\rho_B = R - \Delta$.

ლიტერატურა

1. Halphen G.H. “Sur une courbe elastique” de l’ecole polytechnique. Paris. 1984;
2. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე “სქელკედლიანი ღრუტანიანი ცილინდრული გარსის მზიდუნარიანობა გარე და შიგა დაწნევის მოქმედებისას. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა”№ 4(19) 2010 წ. თბილისი;
3. თ. ბაციკაძე, ნ. მურღულია, ჯ. ნიჟარაძე “მთელ ზედაპირზე დატვირთული ორთოტროპული ცილინდრის დაძაბულ-დეფორმირებული მდგომარეობის გამოკვლევა” სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა” №4 (27) 2012 წ.

ქართული სამშენებლო ბაზრის თანამედროვე ასპექტები და განვითარების პერსპექტივები

ი. შონია
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77)

რეზიუმე: *სტატიაში გადმოცემულია ქართული სამშენებლო ბაზრისათვის დამახასიათებელი შუქჩრდილები უკანასკნელი ათწლეულის მანძილზე, სამშენებლო ბაზრის მიმდინარე აქტივობის უმთავრესი წამახალისებელი ფაქტორები, ასევე მშენებლობის ხარისხის კონტროლის ის არაეფექტური მექანიზმები, რომელიც მნიშვნელოვნად ზრდის მშენებლობაში ინვესტირებული კაპიტალის რისკებს და ქმნის გრძელვადიან პერიოდში მსგავსი ინვესტიციების შემცირების საფუძვლებს. სამშენებლო ბაზრისა და სამშენებლო პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესებასთან დაკავშირებული კონტროლის მექანიზმების სრულყოფის საკითხებზე გაკეთებულია სათანადო დასკვნები და რეკომენდაციები.*

საკვანძო სიტყვები: *სამშენებლო ბაზარი, სამშენებლო პროდუქცია, სამშენებლო ბიზნესი, საკანონმდებლო მოთხოვნები, სტანდარტები და ნორმები, კონტროლი და მონიტორინგი, უსაფრთხოება, ხარისხი, ინვესტიციები, ხარჯები.*

1. შესავალი

უკანასკნელი ათწლეულის მანძილზე ქართული სამშენებლო ბაზარი ხასიათდებოდა საკმაოდცვალებადი დინამიკით, თუმცა ინვესტირების მიმზიდველობის თვალსაზრისით, პოლიტიკური და ეკონომიკური სტაბილურობის პირობებში ხიბლს არასოდეს კარგავდა. დღესაც ფაქტიურად უწყვეტ რეჟიმში მიმდინარეობს უამრავი საცხოვრებელი თუ კომერციული დანიშნულების ობიექტის მშენებლობა. სამშენებლო ბაზრის მიმდინარე აქტივობის მთავარი წამახალისებელი ფაქტორი არის სტაბილურად მზარდი მოთხოვნა უძრავ ქონებაზე, რაც იმას გულისხმობს, რომ რეალიზებული მშენებლობა მომხმარებლის ნაკლებობას არ განიცდის. სტაბილური სამომხმარებლო მოთხოვნის შემდგომი უმნიშვნელოვანესი ფაქტორი არის ლიბერალური საკანონმდებლო მოთხოვნები, როგორც საპროექტო დოკუმენტაციის ხარისხის, ისე უშუალოდ მშენებლობის წარმოების სტანდარტებისა და ნორმების დაცვის თვალსაზრისით. ეს უკანასკნელი კი დიდ თავისუფლებას აძლევს სამშენებლო ბაზრის მოთამაშეებს. უფრო მეტიც, ეს თავისუფლება მათ ხშირად 100%-მდე მოგების მიღების შესაძლებლობას აძლევს.

სამშენებლო პროცესებისადმი საკანონმდებლო მოთხოვნების სარეკომენდაციო ხასიათიდან და მშენებლობის ხარისხის კონტროლის არაეფექტური მექანიზმიდან გამომდინარე, სამშენებლო პროდუქციის თვითღირებულება გაცილებით დაბალია ვიდრე მისი საშუალო საბაზრო სარეალიზაციო ღირებულება. მაგალითად, თუ დავეყრდნობით კოლიერს ინტერნეშენალ საქართველოს 2015 წლის კვლევას, საბინაო სექტორში ერთი კვმ გასაყიდი საცხოვრებელი ფართის საშუალო სარეალიზაციო ფასი შეადგენს 758 აშშ დოლარს. მისი საშუალო თვითღირებულება კი მერყეობს 300-400 აშშ დოლარის ფარგლებში. მოგების ასეთი მაღალი მარჟა არის სწორედ ქართულ სამშენებლო ბაზარზე ამდენი მრავალფეროვანი სამშენებლო კომპანიების მოზღვავების მიზეზი.

2. ძირითადი ნაწილი

ვთანხმდებით, რომ სამშენებლო ბიზნესი მომგებიანია, თუმცა, არა დიდი ხნით, რადგან ევროკავშირთან ასოცირების ხელშეკრულების ფარგლებში მოგვიწევს მნიშვნელოვანი რეფორმების გატარება, საკანონმდებლო აქტებისა თუ

სტანდარტების შემოღება და დაცვა, რაც არსებით გავლენას იქონიებს „თავისუფალ“ სამშენებლო ბიზნესზე. ამასთან, უნდა აღინიშნოს, რომ მომხმარებელი სულ უფრო გათვითცნობიერებული ხდება ამ სფეროში და მისი მოთხოვნა ხარისხზე თანდათან იზრდება. შესაბამისად, ამან უნდა გამოიწვიოს მშენებლობის თვითღირებულების ზრდა, რათა დაკმაყოფილდეს მოთხოვნის გაზრდილი ხარისხი. რისკი იმისა, რომ მომხმარებელი კმაყოფილი არ იქნება გრძელვადიან პერიოდში, ძალიან მაღალია. მაგალითად, სათანადო თბოიზოლაციის გარეშე ბინის შეძენა გულისხმობს ბინის შეძენას 15%-ით უფრო ძვირად, რადგან ბინის ოპერირების ხარჯები, რაც ძირითადად კომუნალურ დანახარჯებს უკავშირდება, ძალიან მაღალია.

ფინანსური ასპექტების გარდა, საყურადღებოა შესრულებული სამშენებლო სამუშაოების ხარისხი, რადგან თუნდაც, ამა თუ იმ ნაკეთობის ინსტალაციის მოთხოვნების დაუცველობა რისკის ქვეშ აყენებს შესყიდული პროდუქციის გამძლეობასა და მის ექსპლუატაციას. აქედან გამომდინარე, სამშენებლო ბაზარზე, მომხმარებელი საკმაოდ არასახარბიელო მდგომარეობაშია და გრძელვადიან პერიოდში შეთავაზებული სამშენებლო პროდუქციის მიმართ უკმაყოფილების ხარისხი კიდევ უფრო გაიზრდება. ყოველივე ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, აშკარაა, რომ მოკლევადიან პერიოდში მიმზიდველი მომგებიანობა, შესაძლოა გრძელვადიან პერიოდში ამ შენობის ექსპლუატირების პრობლემებთან ერთად მნიშვნელოვან ფინანსურ თუ მორალურ ზარალში გადაიზარდოს. ავიღოთ მარტივი მაგალითი: როდესაც მშენებლობის კონსტრუქციული ნაწილი არის შესრულებული პროექტის კონსტრუქციული ნაწილის იგნორირებითა და სამშენებლო სტანდარტების დარღვევით, რაც საფრთხეს უქმნის მის სეისმომედეგობას, ეს გულისხმობს, რომ ან უნდა მოხდეს ასეთი კონსტრუქციული ელემენტების დაშლა და თავიდან აღმართვა, ან მოხდეს მათი გაძლიერება. ორივე მათგანი მნიშვნელოვან ფინანსურ ხარჯებს უკავშირდება, ამას ემატება დამატებითი დროის დანახარჯი, რაც მშენებლობის დასრულების და ექსპლუატაციაში მიღების ვადებზე აისახება. დაბოლოს, მომხმარებლის უკმაყოფილება ყველა შემთხვევაში გარდაუვალია, ანუ, მორალური და ფინანსური ზარალი სახეზეა: კომპანია კარგავს რეპუტაციას და ზარალობს ფინანსურად არამხოლოდ მოკლევადიან, არამედ გრძელვადიან პერიოდში, შემცირებული ნდობის ხარისხის ხარჯზე. ინვესტორის გადასახედიდან კი, ეს ყოველივე ნიშნავს მის მიერ ინვესტირებული კაპიტალის რისკის ზრდასა და შესაბამისად, გრძელვადიან პერიოდში მსგავსი ინვესტიციების შემცირებას.

დღეს, იურისტსაც შეუძლია იყოს მშენებელი და კომპოზიტორსაც, რაც უარყოფითად აისახება დასრულებული სახის სამშენებლო პროდუქციაზე. აუცილებლად უნდა დაინერგოს დიპლომირების და სერტიფიცირების პროცედურა, რომელიც სავალდებულო იქნება სამშენებლო სფეროში ჩართული ყველა სპეციალისტისთვის. ყოველივე ამისათვის პლატფორმის სახით აუცილებელია უმაღლესი სასწავლო დაწესებულებების განათლების ხარისხის ოპტიმიზაცია, თანამედროვე ლიტერატურის და სამეცნიერო-კვლევითი ბაზის განახლება, ინფორმაციული ტექნოლოგიების დანერგვა და სასწავლო პროცესის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფა.

სათანადო კვალიფიკაცია ესაჭიროება საპროექტო გუნდს, რომელიც ამზადებს საპროექტო დოკუმენტაციას. ორგანიზაცია ან პიროვნება, რომელმაც იცის მუშა საპროექტო დოკუმენტაციის მომზადება ქართულ ბაზარზე ფაქტიურად არ არსებობს. ამიტომ, მნიშვნელოვანია, რომ პროექტირება ხდებოდეს სერტიფიცირებული და დიპლომირებული სპეციალისტის მიერ, რომელიც იცნობს საპროექტო დოკუმენტაციის მომზადების მოთხოვნებს და იზიარებს

საერთაშორისოდ აღიარებულ პრინციპს: საპროექტო დოკუმენტაცია უნდა წარმოადგენდეს ისეთი სახის ნახაზებს, სპეციფიკაციებს და კალკულაციებს, რომელთა დახმარებით შესაძლებელი იქნებოდა მშენებლობის წარმოება დამატებითი დანახარჯების და საპროექტო ინფორმაციის მოთხოვნის გარეშე. აღნიშნულთან დაკავშირებით აუცილებელია გაიმართოს მასტერკლასები და ვორქშოპებიც, სადაც მოხდება სხვადასხვა ტენდენციების განხილვა და ანალიზი.

დასახვეწია სამშენებლო სამუშაოების კონტროლისა და მონიტორინგის სისტემა. სავალდებულო უნდა გახდეს სამშენებლო სამუშაოების პროცესში მესამე მხარის ჩართვა სამშენებლო ზედამხედველის/პროექტის მენეჯერის სახით, რომლის შემფასებელი ანგარიშიც ერთ-ერთი გადამწყვეტი ფაქტორი იქნება სახელმწიფო ზედამხედველობის ორგანოების დასკვნასთან ერთად შენობის ექსპლუატაციაში მიღების პროცესში. უნდა აღინიშნოს, რომ სამშენებლო პროცესში მესამე კომპეტენტური მხარის ჩაურთველობა, ხშირად ინვესტორის და საბოლოო მომხმარებლის გაწბილებას იწვევს მათი არასათანადო გამოცდილების გამო, რაც დიდ თავისუფლებას აძლევს სამშენებლო ორგანიზაციას და მითუმეტეს, საპროექტო ორგანიზაციას. მესამე მხარის ჩართულობის შემთხვევაში ხდება საშენებელო სამუშაოების შესრულების განუყოფელი ნაწილის - სამუშაოების შესრულების მეთოდოლოგიის დოკუმენტის მოთხოვნა სამუშაოების დაწყებამდე და შემდეგში მისი შესრულების მონიტორინგი. მოცემულ დოკუმენტში მკაფიოდ და დეტალურად ხდება სამშენებლო სამუშაოების თითოეული ელემენტის შესრულების მეთოდოლოგიის აღწერა, ხარისხის კონტროლი ღონისძიებების, ვადების და ლოგისტიკის გეგმის ჩათვლით, რაც შესაძლებელს ხდის სამუშაოების დაწყებამდე მოხდეს მისი ოპტიმიზაცია და კვალიფიციური მშენებლის შერჩევა. ეს დოკუმენტი უგულებელყოფილია ქართულ სამშენებლო ბაზარზე, მაშინ როცა მის გარეშე არცერთი მშენებლობა არ იწარმოება საერთაშორისო ასპარეზზე, მათ შორის სხვა განვითარებად ქვეყნებში. აქედან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია დამკვიდრდეს ზემოაღნიშნული პრაქტიკა ქართულ სამშენებლო სივრცეში.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, აშკარაა, რომ საქართველოს სამშენებლო ბაზარი ქაოტურ მდგომარეობაშია და მხოლოდ მოკლევადიან მოგებაზეა ორიენტირებული. მომხმარებელი, უსაფრთხო მშენებლობა, გარემო, ადამიანის სიცოცხლე და გრძელვადიანი წარმატება კვლავ მეორეხარისხოვან მიზნებად რჩება და მხოლოდ მაშინ ხდება აქტუალური, როდესაც ამ გარემოებების გაუთვალისწინებლობით დამდგარი შედეგია სახეზე. ამ ყოველივეს კი, სწორედაც რომ ლიბერალური და განუვითარებელი საკანონმდებლო სისტემა უწყობს ხელს.

აუცილებელია ჩვენმა ქვეყანამ დაიწყოს ზრუნვა სამშენებლო ბაზრის სრულყოფაზე და მომხმარებელმა მიიღოს ყველა სარგებელი, რომელიც მას ეკუთვნის - ღირებულება იქნეს ფასეულობის შესაბამისი. დაბოლოს, მოვიშველიებ ცნობილ გამონათქვამებს, რომელიც ხაზს უსვამს უსაფრთხოების და ხარისხის ფაქტორის მნიშვნელობას: „უსაფრთხოებას დასვენების დღე არ გააჩნია“, ხოლო, „ხარისხი არასდროს მიიღწევა შემთხვევით, ის ბევრ ალტერნატივებს შორის გონივრული არჩევანია“.

3. დასკვნა

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია:

1. საქართველოში დროულად ამოქმედდეს პრაქტიკული სამშენებლო კანონმდებლობა, რომელიც დაიცავს სამშენებლო ბაზარზე მონაწილე ყველა მხარის ინტერესებს და მინიმუმამდე დაიყვანს უსაფრთხოების, პროდუქციის

ხარისხის, ჯამრთელობის და გარემოს დაცვის ღონისძიებების, სამშენებლო ნორმებისა და სტანდარტების დარღვევის რისკს.

2. შემუშავებული იქნას ისეთი სახის შემზღუდველი პოლიტიკა, რომელიც ყველა მსურველს არ მისცემს უფლებას დარეგისტრირდეს სამშენებლო საქმიანობის განმახორციელებელ ორგანიზაციად. შეზღუდვა უნდა დაწესდეს ორგანიზაციაში მომუშავე პერსონალის კვალიფიკაციაზე, მათ პროფესიონალიზმსა და გამოცდილებაზე.
3. გაძლიერდეს სამშენებლო სამუშაოებში გამოსაყენებელი მასალების კონტროლის მექანიზმები, განსაკუთრებით კი შენობის კონსტრუქციულ ნაწილში გამოყენებად და ადამიანის სიცოცხლისთვის საშიშ მასალებზე. მოხდეს გამოსაყენებელი მასალების სერტიფიკატების (ხარისხის, წარმოშობის) და ტექნიკური სპეციფიკაციების დარეგულირება საპროექტო დოკუმენტაციასთან და მოთხოვნილ სტანდარტებთან/ნორმებთან. დაინერგოს კონსტრუქციულ ელემენტებში გამოსაყენებელი მასალების სავალდებულო ტესტირების და ინსპექტირების მოთხოვნები, როგორც მათ ინსტალაციამდე, ისე ინსტალაციის და ინსტალაციის შემდგომ პერიოდში. პრევენციის მიზნით, მოხდეს ყველა მასალის ტექნიკური სპეციფიკაციის შემოწმება და დაწესდეს მკაცრი ჯარიმები დარღვევების შემთხვევაში. განსაკუთრებული ყურადღება მიექცეს შენობის ხანძარუსაფრთხოების მოთხოვნებს და დაინერგოს პრაქტიკული სტანდარტი, რომელიც არ მისცემს შესაძლებლობას მშენებლებს და ინვესტორებს უგულებელყონ აღნიშნული მოთხოვნები. სამწუხაროდ, დღეს საქართველოში წარმოებული მშენებლობების 90% ამ მოთხოვნათა უხეში დარღვევით არის რეალიზებული და საფრთხეს უქმნის მასში მყოფ ადამიანებს. მნიშნელოვანია, გააზრებული იქნეს რეალური რისკები და გატარდეს მათი თავიდან აცილების ღონისძიებები, რათა ვალდებულება იყოს უსაფრთხო მშენებლობა და არა კერძო კომერციული ინიციატივები.
4. გამკაცრდეს შენობის ექსპლუატაციაში მიღების პირობები, მოთხოვნები და პროცედურები, რაც გამოიხატება მშენებლობის პროცესშიც შესაბამისი უწყებების აქტიურ ჩართულობასა და გადაცემული დოკუმენტაციის სისრულის და მოთხოვნებთან შესაბამისობის კონტროლის ღონისძიებების გატარებით. მომხმარებელთა უფლებების დაცვის მიზნით, შეტანილი იქნეს ცვლილება/დამატება შესაბამის საკონონმდებლო აქტებში, რომელიც შესაძლებლობას მისცემს მომხმარებელს უკან დაიბრუნოს მთლიანი ან ნაწილი თანხისა, იმ შემთხვევაში თუ სამშენებლო ორგანიზაციის მიერ მაინც მოხდა მომხმარებლის გაწბილება, რისი იდენტიფიცირებაც შეუძლებელი იყო ბინის შესყიდვის მომენტისთვის. ამ მოთხოვნის ხანდაზმულობის ვადა უნდა იყოს მინიმუმ 2 წელი.

ლიტერატურა

1. PMI, Project Management body of knowledge 4th edition. Pennsylvania: Project Management Institute Inc.. 2008, 496 p.
2. PMI, Project Management body of knowledge 5th edition. Pennsylvania: Project Management Institute Inc.. 2013, 616 p.
3. The Chartered Institute of Building, Code of Practice for Project Management for Construction and Development 5th edition. Berlin: Blackwell Publishing. 2014, 355 p.
4. PMI, Руководство к Своду знаний по управлению проектами Третье издание, Pennsylvania: ProjectManagementInstitute, Inc.. 2004, 401 p
5. http://www.economy.ge/en/colliers-international

ფერდოების მდგრადობაზე გაანგარიშება გამოფიტული ზედაპირების არსებობისას

ნ. არეშიძე, გ. ლუტიძე, გ. არეშიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, თბილისი, კოსტავას 77).

რეზიუმე: *ჩატარებულია ფერდოების მდგრადობაზე გაანგარიშება, როცა ფერდოებში მთის ქანების ფენები განლაგებულია ჰორიზონტალურად და დახრილად. გაანგარიშება შესრულებულია იმ შემთხვევაში, როცა ფენების კონტაქტებში შიდა ხახუნის° ' კუთხე და k' შეჭიდულობის ძალა გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ქანების ფენებში° და k-ს მნიშვნელობები, ე.ი. გამოფიტული ზედაპირების არსებობისას. მიღებულია ფენების კონტაქტებს შორისძვრის ¨ '– კუთხე; სხადასხვა პირობებში მდგრადი ფერდოს სიმაღლე; ფერდოს მოცემული სიმაღლის შემთხვევაში ფენების ჩამოცვენის დახრის კუთხის მნიშვნელობა, რომლის დროსაც დასაშვებია კუთხე ბორტის მიმდებარე ფენების დახრილობისათვის.*

საკვანძო სიტყვები: *მთის ქანები, ფერდო, მდგრადობა, შეჭიდულობა, გამოფიტული ზედაპირი.*

1.შესავალი

ფერდოს მდგრადობის დაკარგვის შედეგად ხდება მისი მასივის ჩამოშვავება და რაიმე ზედაპირზე დაცურება. დაცურების ზედაპირი შეიძლება იყოს ბრტყელი, წრიულცილინდრული, ან კომბინერებული. ამასთან დაცურების ზედაპირზე (და საერთოდ მასივში) მოქმედებს $\sum \vec{F}_{iგ}$ დამჭერი (ხახუნის და შეჭიდულობის) დამძვრელი $\sum \vec{P}_{iმძ}$ (ქანის მასის წონა, დროებითი და მუდმივი მოწყობილობების წონა, აფეთქების, სეისმური დატვირთვის ჰიდროსტატიკური და ჰიდროდინამიკური) ძალები. თუ ამ ძალებს დავაგეგმილებთ საშიში დაცურების წრიულ-ცილინდრული ზედაპირის აღმწერ წირის რაიმე წერტილზე გამავალ l მხებზე, მაშინ ადგილი ექნება შემდეგ თანაფარდობებს: როცა $\sum F_{iგ} > \sum P_{iმძ}$ ფერდო სტატიკურ წონასწორობაშია; როცა $\sum F_{iგ} = \sum P_{iმძ}$ – ფერდო ზღვრულ სტატიკურ წონასწორობაშია; როცა $\sum F_{iგ} < \sum P_{iმძ}$, მაშინ ფერდოს მასივი იწყებს ჩამოშვავებას-დეფორმაციას [1]. ისე, როგორც ყველა მასალა მთის ქანებიც ირღვევა ნორმალური ძაბვებით გამოწვეული გაჭიმვით, ან ჭრაზე მხები ძაბვების გავლენით. ამ სახის ძაბვებით განისაზღვრება მთის ქანების სიმტკიცე. მაშასადამე, ყოველ კონკრეტულ შეთხვევისათვის უნდა დადგინდეს შემდეგი ფუნქციონალური დამოკიდებულება [2]: $\tau = \varphi(\pm \sigma_n)$, (1)

სადაც: τ და σ_n მხები და ნორმალური ძაბვებია საშიში დაცურების სიბრტყეზე.

2. ძირითადი ნაწილი

მთის ქანების სიმტკიცეზე დახასიათებისდროს საჭიროა განვასხვავოთ მისი ნაწილების და მთლიანი მასივის, ფენებს შორის, ფენების განლაგების მიმართკუთხით, ფერდოს ზედაპირის, ცალკეული დასუსტებული ფენების, გაბზარული და შრეებიანი მასივში სიმტკიცეები, აგრეთვე სიმტკიცე გაჭიმვაზე, კუმშვასა და ჭრაზე.

გრუნტის მასივი მთლიანობაში ხასიათდება მის ცალკეულ ნაწილაკების მაღალი სიმტკიცით, ხოლო შრეებიანი გრუნტის შემთხვევაში უფრო დაბალი სიმტკიცით მათ კონტაქტებს შორის.

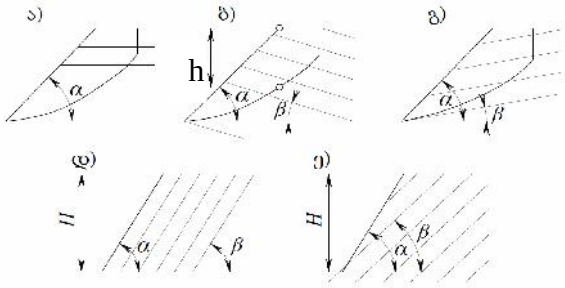
გრუნტის ქანების რღვევა და მისი დეფორმაციის შედეგად ფერდოს მასივის დაცურება ჩამონაქცევის სახით მიმდინარეობს დასუსტებულ ზედაპირებზე, ნაწილაკების კონტაქტებში, ფორებში და ცალკეულ სიბრტყეებში. ამ დროს საჭიროა გავითვალისწინოთ წინაღობა კუმშვასა და ჭრაზე, რომლებიც განისაზღვრებიანKშეჭიდულობითγმოცულობითი წონით და შინაგანი ხახუნისφ კუთხით.ეს პარამეტრები წარმოადგენს მთის ქანების სიმტკიცის ძირითად მახასიათებელ სიდიდეებს.

კვლევები გვიჩვენებს, რომ მთის ქანების შეჭიდულობა შეიძლება წარმოვადგინოთ სამი შესაკრების სახით: $K=K_1+K_y+K_w$, (2)

სადაც: K_1- პირველადი შეჭიდულობა (მისი სიდიდე დამოკიდებულია მთის ქანების შემადგენლობაზე და მათ სიმტკიცეზე); K_y – განმტკიცების შეჭუდულობა (მისი სიდიდე წარმოიშვება მთის ქანებში სხვადასხვა მინერავებით ცემენტაციის დროს); K_w– კაპილარული დაჭიმულობის შეჭიდულობა (მისი სიდიდე წარმოიშვება, როგორც დამატებითი წინაღობა ჭრაზე ხახუნის ძალების ხარჯზე, რომელიც განვითარდებაკაპილარული წნევების დროს, როცა მთის ქანი გაჟღენთილია წყლით ან აქვს მაღალი სიმკვრივე). სხვადასხვა გრუნტებში აღნიშნული ტიპის შეჭიდულობებს აქვთ სხვადასხვა ფარდობითი სიდიდეები. ასე მაგალითად, მაგარ ქვიშნარებში, რკინოვან ან კაჟმიწიანი ცემენტაციის დროს $K_y>>K_1$,ხოლო $K_w\to 0$. მკვრივ თიხებში შეჭიდულობის ძირითადი სახეა K_1,დიდფორიანობის და სინოტივის მქონე თიხნარებში მნიშვნელოვანია K_wშესაკრების ფარდობითი სიდიდე [1].

შინაგანი ხახუნის კოეფიციენტი დამოკიდებულია ჩამონაქცევი მასის დაცურების ზედაპირის სისქეზე და განისაზღვრება ქანის გრანულომეტრიული შემადგენლობით.

შევნიშნოთ, რომ ფერდოს მასივის რღვევისას ჩამონაქცევი პრიზმის მასის დაცურება რაიმე მრუდწირულ ზედაპირზე იმ შემთხვევებში ხდება, როცა ფერდოს მასივი ერთგვაროვანი გრუნტია; როცა ფენები განლაგებულია ჰორიზონტულად და მათი სიმტკიცის ძირითადი მახასიათებლები დიდად არ განსხვავდება ერთმანეთისგან; როცა ფენები განლაგებულია ფერდოს ქანობის საწინააღმდეგოდ (იხ. ნახ.1)



ნახ.1.ფერდოებში შრეების ჰორიზონტალურად და დახრილად განლაგების სქემა.

თუ ბორტის მასივი შედგება ფენებისგან, მაშინ ფენებს შორის კონტაქტები შეიძლება აღმოჩნდეს, როგორც შესუსტებული ზედაპირები მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ფენების კონტაქტებში შიდა ხახუნის $^\circ$ '$'$კუთხე და k'შეჭიდულობის ძალა გაცილებით ნაკლებია, ვიდრე ქანების ფენებში $^\circ$ და k-ს მნიშვნელობები. თუ ფენა წარმოადგენს ჰორიზონტალურს ან დახრილს, მაშინ ჩამონაქცევის მასის დაცურების ზედაპირი შეიძლება ჩაითვალოს, როგორც წრიულ-ცილინდრული და მდგრადობაზე გაანგარიშება უნდა ჩატარდეს შემდეგნაირად (ნახ.1): როცა ფენები ჰორიზონტალურადაა განლაგებული (ნახ.1,ა) გასაშუალებული $^\circ$ და k მნიშვნელობებით და მდგრადობის მარაგის კოეფიციენტის გათვალისწინებით. მასივის მხარეს დახრილი ფენების შემთხვევაში (ნახ.1,ბ), როდესაც ფერდოს ჰორიზონტისადმი დახრის სიბრტყესა და ფენებს შორის კუთხე¥ $<90^\circ-$ ¨ ',სადაცკონტაქტებს შორის ძვრის კუთხე ¨ ' გამოითვლება შემდეგი ფორმულით [2;3]:

$$\cdot\cdot' = arctg\left(tg\circ'_{\text{ბ}} + \frac{k'_{\text{ბ}}}{\pm_{\text{ნ.ხაშ}}}\right) \quad (3)$$

სადაც, $\circ'_{\text{ბ}}$ არის ფენებს შორის შიდა ხახუნის კუთხის საანგარიშო მნიშვნელობა:

$$\circ'_{\text{ბ}} = \frac{arctg\circ'}{k'_{\text{ბ}}}, \quad (4)$$

$k'_{\text{ბ}}$–ფენებს შორის შეჭიდულობის საანგარიშო მნიშვნელობა; $\sigma_{\text{ნ.საშ.}}$–განსახილველი კონტაქტისთვის ნორმალური ძაბვის საშუალო მნიშვნელობა: $\sigma_{\text{საშ.}}=1/2h\gamma\cos^2$, (5) სადაც –კონტაქტების ჰორიზონტისადმი დახრის კუთხე; h– დაცურების ზედაპირის ყველაზე მეტად დაძაბული წერტილის ჩაღრმავება (ნახ.1, ბ).

ფერდოს შემადგენელი ფენების კარიერის მხარეს მიმართულებით დახრისას (ნახ.1,გ), როცა~ > ,ხოლო, <15–20°, მაშინ გაანგარიშება ფენების კონტაქტებს შორის სრულდება $\circ'_{\text{ბ}}$ და $k'_{\text{ბ}}$ პარამეტრებით.

თუ ფენები ეცემიან კარიერის მხარეს >15–20° კუთხით და >°, მაშინ ბორტის მიმდებარე ქანების დამუშავებას ახდენენ ფენების გასწვრივ (ნახ.1,დ), ე.ი. ~ = . ამ შემთხვევაშიმდგრადი ფერდოს სიმაღლე (მეტრებში) გამოითვლება ფორმულით:

$$H = \frac{H_{90}}{1 - ctg\sim tg^{\cdot\cdot'}}, \quad (6)$$

სადაც, φ' არის საკონტაქტო ფენებს შორის ძვრის კუთხე (გრადუსებში), რომელიც განისაზღვრება (3) ფორმულით. $|BT| = H_{90}$ მთის ქანების ვერტიკალური მონაკვეთია (იხ.ნახ.1.ა,ბ,გ). [1;2] შრომების თანახმად განისაზღვრება თეორიული დამოკიდებულებით:

$$H_{90} = \frac{2K}{¥}\text{ctg}(45° - \frac{\circ}{2}), \quad (7)$$

სადაც, *K*–არის შეჭიდულობა და გამოითვლება (2) ფორმულით; **ρ**–ქანების შიგა ხახუნის კუთხე; **γ**–კუთრი წონა, ნ/მ³.

ფერდოს მოცემული სიმაღლის შემთხვევაში შეიძლება განისაზღვროს ფენების ჩამოცვენის დახრის კუთხის მნიშვნელობა, რომლის დროსაც დასაშვებია კუთხე ბორტის მიმდებარე ფენების დახრილობისათვის: $< arcctg\left[ctg^{\cdot\cdot'}_{\text{ბ}}\left(1 - \frac{H_{90}}{H}\right)\right]$. (8)

მდგრადი ფერდოს სიმაღლე (მეტრებში) იმავე პირობებში, (~ > , ნახ.1.ე), შეიძლება განისაზღვროს შემდეგი ფორმულით: $H = \frac{2k'_{\text{ბ}}\sin\sim\cos\circ'_{\text{ბ}}}{¥\sin(\sim -)\sin(- \circ')}$, (9)

სადაც, ¥ არის ქანების კუთრი წონა, ნ/მ³. ფერდოების, მთის კალთების ხელოვნური გამაგრებამისაღებია იმ შემთხვევებში, როდესაც გაუმაგრებელი ფერდოების მდგრადობის პირობებით მიღებული ბორტის საერთო დახრის კუთხე ბორტებში ფენებს შორის დახრის კუთხეზე დამრეცი აღმოჩნდება.

3. დასკვნა

რამდენიმე შესუსტებული ზედაპირის გადაკვეთისას ყველაზე დაძაბული ზედაპირი ემთხვევა შესუსტებულ ზედაპირებს (ნაწილობრივ ან მთლიანად) და განივი ჭრისას მიიღება ტეხილიწირი. ამ შემთხვევაში მდგრადობის გაანგარიშება მიზანშეწონილია შესრულდეს გრაფიკული მეთოდით, რომელსაც უწოდებენ ძალთა მრავალკუთხედის მეთოდს [1].

ლიტერატურა

1.კვიციანი ტ. ფერდოს მდგრადობა და ზვავისებრი ნაკადები. გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2000. 140 გვ.

2.Фисенко Г.А. Устойчивость бортов карьеров и откосов. М.: Наука, 1985. – 380 с.

3. Арсентьев А.И. Букин И.Ю. Мироненко В.А. Устойчивость бортов и осущение карьеров. М., Недра. 1992, 164 с.

4.Хуан Я.Х. Устойчивость земляных откосов. М., Стойиздат. 1998, 236 с.

ასფალტბეტონის ორმოული შეკეთება ინფრაწითელი გამოსხივებით

ო. ხატიაშვილი

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ. №77, 0175 თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *ასფალტბეტონის საფარის ორმოული შეკეთების ტრადიციული მეთოდის ძირითადი ხარვეზია არსებული საფარის და შეკეთებული უბნის ცივი შეერთება. რაც საბოლოო ჯამში იწვევს შეკეთებული უბნის სიცოცხლისუნარიანობის შემცირებას. სტატიაში განხილულია ინფრაწითელი სხივებით ასფალტობეტონის ორმოული შეკეთება, რომელიც საქართველოში ჯერ კიდევ არ გამოიყენება, მაგრამ ხასიათდება მთელი რიგი უპირატესობით სხვა ტენოლოგიებთან შედარებით.*

საკვანძო სიტყვები: *ასფალტბეტონის საფარი, ორმოული შეკეთება, ბიტუმი, ბიტუმის ემულსია, ინფრაწითელი გამოსხივება.*

1. შესავალი

დატვირთვები საავტომობილო გზებზე ყოველწლიურად სულ უფრო იზრდება, რაც სხვა ფაქტორებთან ერთად წარმოადგენს საგზაო ფენილების ცვეთისა და დაზიანების მთავარ მიზეზს. რამდენადაც დღეისათვის ასფალტბეტონი წარმოადგენს უმთავრეს საგზაო საფარს, მნიშვნელოვანია მისი შეკეთების რაციონალური ტექნოლოგიების დამუშავება.

ერთ-ერთ ასეთ ტექნოლოგიას წარმოადგენს ინფრაწითელი სხივებით ასფალტობეტონის ორმოული შეკეთება, რომელიც საქართველოში ჯერ კიდევ არ გამოიყენება, თუმცა იგი ხასიათდება მთელი რიგი უპირატესობით სხვა ტენოლოგიებთან შედარებით.

2. ძირითადი ნაწილი

ასფალტბეტონის ინფრაწითელი შეკეთების პროცესი (ნახ.1) განკუთვნილია მიმდინარე და ავარიული სარემონტო სამუშაოებისთვის, საგზაო საფარის დეფექტების ლიკვიდაციისთვის. ინფრაწითელი გამოსხივებით საფარის შეკეთება შეიძლება განხორციელდეს მთელი წლის მანძილზე, სწრაფად, უხმაუროდ და ეფექტურად.

ნახ.1. ასფალტბეტონის საფარის ორმოული შეკეთბის პროცესი ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით

ინფრაწითელი გამოსხივება - ელექტრომაგნიტური გამოსხივებაა, რომელიც სპექტრულ სივრცეში იკავებს ადგილს ხილულ სინათლის წითელ დაბოლოებასა (ტალღის სიგრძე - 0,74მკმ) და მიკროტალღური გამოსხივებას შორის (1-2მმ).

გაცხელების ინფრაწითელ მეთოდს აქვს არსებითი უპირატესობა ტრადიციულ, კონვერციულ მეთოდთან შედარებით. პირველ რიგში, ეს ეკონომიური ეფექტია - გაცხელების სიჩქარე და დახარჯული ენერგია ინფრაწითელ გაცხელებისას ბევრად ნაკლებია იმ მაჩვენებლებზე, რომლებსაც ვხარჯავთ ტრადიციულ მეთოდით.

ჩვენ გვინდა გავამახვილოთ ყურადღება რამოდენიმე მომენტზე.

პირველ რიგში ასფალტბეტონის საფარის რემონტის და რეგენერაციის დროს ზედმეტი გაცხელება მავნებელია ასფალტბეტონისათვის. იმ შემთხვევაში როდესაც ვიყენებთ ინფრაწითელ გამოსხივებას, მნიშვნელოვანია არა გამოყოფილი კალორიების რაოდენობა, არამედ - წარმოებული ინფრაწითელი სხივების მაქსიმალური რაოდენობის მიღება, მინიმალური თერმული ენერგიის დახარჯვით. ინფრაწითელ სხივებს აქვთ უნარი „აწარმოონ სითბო ღრმად საგნის შიგნით“. აქედან გამომდინარე, ინფრაწითელი გაცხელების პროცესი არ ცვლის ასფალტბეტონის მახასიათებლებს. ამასთანავე მნიშვნელოვნად მცირდება ასფალტბეტონის შეკეთების პროცესი.

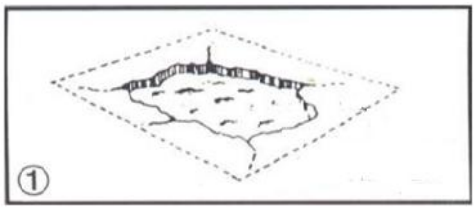
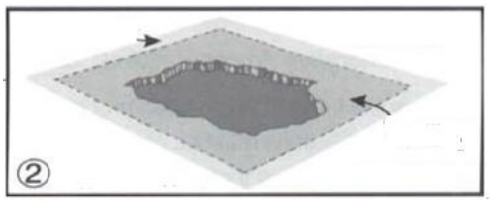
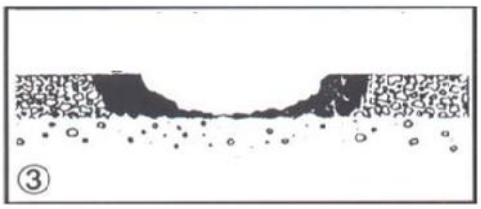
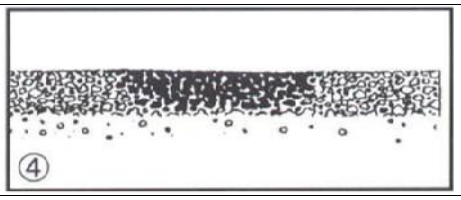
ტრადიციული მეთოდის მთავარ ხარვეზად შეიძლება ჩაითვალოს არსებული საფარის და შეკეთებული უბნის ცივი შეერთება. იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც სამუშაო შესრულებულია ტექნოლოგიის სრული დაცვით, ჩვენ მაინც ვაგებთ გაცხელებულ მასალას ცივ საფუძველზე. სწორედ ეს არის მისი სუსტი ადგილი. შედეგად შეკეთებული მონაკვეთი არ არის გამძლე და წარმოიქმნება ბზარები სადაც ხვდება ჭუჭყი და წყალი, რომელიც ჩადის სიღრმეში, აზიანებს და ანგრევს გარემონტებულ ასფალტბეტონის საფარს.

ინფრაწითელი გამოსხივებით, ასფალტბეტონის საფარების შეკეთებას აქვს შემდეგი უპირატესობა:

- სარემონტო უბნები და მასთან ერთად მიმდებარე ადგილები განიცდიან ტემპერატურის ზემოქმედებას ანუ გაცხელებას;
- 20-25 სანტიმეტრით იზრდება სარემონტო (გაფხვიერებული) უბნის პერიმეტრი, რაც აღმოფქვრის ნებისმიერ ცივ შეერთებას ან უხეშ ნაკერებს და ქმნის ტემპერატურულ კავშირს ახალ საფარსა და არსებულს შორის;
- გამორიცხულია არამყარი ადგილები;
- თავიდანაა აცილებული ბზარების წარმოქმნა, შესაბამისად წყლისა და ჭუჭყის მოხვედრა და ჩაჟონვა საფუძველში;
- შეკეთებული საფარი ხანგრძლივი დროის განმავლობაში არ იშლება;
- ღია ცეცხლს არ აქვს კავშირი ასფალტბეტონის ზედაპირთან. ასფალტის დარბილება ხორცელდება ინფრაწითელი სხივების უნიკალური თვისებების ხარჯზე.

ასფალტბეტონის საფარის შეკეთების ტექნოლოგიური პროცესის თანმიმდევრობა ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით.

1. მოვნიშნოთ უბნის კიდეები რომლებიც განკუთვნილია შესაკეთებლად, გავასუფთავოთ ნაგვისგან და წყლისგან.
2. დავამონტაჟოთ უბანზე ინფრაწითელი გამომსხივებელი
3. ჩავრთოთ ინფრაწითელი გამომსხივებელი 5-9 წუთამდე (დრო დამოკიდებულია ორმოს სიღრმეზე, წელიწადის დროზე და შემავსებელზე).
4. ადგილზე შერბილებული მასალა გადავაადგილოთ საფხეკით და პარალელურად აღმოვფხვრად ძველი შეერთებები, ნაკერები და უსწორმასწოროებები.
5. საჭიროების მიხედვით დავამატოთ მასალა სწორი ზედაპირის მისაღებად.
6. მოვასწოროთ შემასწორებლით.
7. დავტკეპნოთ დაგებული მასალა აუცილებელ ხარისხამდე.

1. მოვნიშნოთ უბნის კიდეები რომლებიც განკუთვნილია შესაკეთებლად, გავასუფთავოთ ნაგვისგან და წყლისგან. 2. დავამონტაჟოთ უბანზე ინფრაწითელი გამომსხივებელი	
3. ჩავრთოთ ინფრაწითელი გამომსხივებელი 5 - 9 წუთამდე (დრო დამოკიდებულია ორმოს სიღრმეზე, წელიწადის დროზე და შემავსებელზე).	
4. ადგილზე შერბილებული მასალა გადავაადგილოთ საფხეკით და პარალელურად აღმოვფხვრად ძველი შეერთებები, ნაკერები და უსწორმასწორობები. 5. საჭიროების მიხედვით დავამატოთ მასალა სწორი ზედაპირის მისაღებად.	
6. მოვასწოროთ შემასწორებლით. 7. დავტკეპნოთ დაგებული მასალა აუცილებელ ხარისხამდე.	

ნახ. 2. ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენება ასფალტბეტონის საფარის შეკეთებისათვის (საფუძვლის პრობლემების გარეშე).

როდესაც საჭიროა აღმოიფხვრას ასფალტბეტონის საფარის ზედა ფენის დეფექტები, სტანდარტული ტექნოლოგიების გამოყენებას, აქვთ სერიოზული ნაკლოვანებები:

- შეზღუდვები სეზონურ სამუშაოებთან დაკავშირებით;
- ნარჩენების დიდი რაოდენობა;
- მაღალი დონის ხმაური;
- სამუშაოების წარმოების მაღალი ღირებულება;
- აღდგენილი საფარის ექსპლუატაციის ვადის ხანმოკლეობა.

ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებას გააჩნია მთელი რიგი დადებითი მხარეები. მათ შორის მნიშვნელოვანია:

- ინფრაწითელ სხივებს შეუძლიათ შეაღწიონ რამოდენიმე ფენაში - თუ ჩვენ გაქვთ ასფალტის ერთი ფენა, სისქით 7,5-სმ სხივები მთლიანად შეაღწევენ მასში, თუ თქვენ გაქვთ ზედა საფარი - 2,5სმ და საფუძველი - 7,5სმ სხივები შეახწევენ მხოლოდ ზედა ფენაზე, ანუ ერთ ფენაზე ერთჯერადად. ამის გადაწყვეტილება მდგომარეობს იმაში, რომ მოვხსნათ შერბილებული ზედა ფენა და გავათბოთ შემდეგი ფენა. სხივები ღია საფარიდან შეაღწევენ შემდეგ ფენაში, ამ მეთოდის გამოყენებით, საჭიროების შემთხვევაში, ჩვენ შეგიძლიათ მივაღწიოთ სხივების შეღწევას მთლიან სიღრმეში.
- ინფრაწითელი გამოსხივება შესაძლებელია გამოყენებული იყოს მთელი წლის განმავლობაში - გარემო ტემპერატურა უმნიშვნელოდ მოქმედებს მხოლოდ

გაცხელების დროს. ეს ცვლილებები სეზონიდან სეზონამდე უმნიშვნელოა და ამიტომ შეიძლება სარემონტო სამუშაოები ჩატარდეს მთელი წლის განმავლობაში. გარე ტემპერატურა არ უშლის რომ შევქმნათ თერმალური კავშირი სარემონტო ფენის როგორც ზედაპირზე ასევე სიღრმეში.

- მყარი საფუძვლის შემთხვევაში, ინფრაწითელი გამოსხივება შესაძლებელია გამოვიყენოთ წარმოშობილი ბზარების გამოსასწორებლად.
- ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებით ასფალტბეტონის ნარევის თვისებები არ უარესდება - ლაბორატორიული ტესტების შედეგებმა აჩვენა, რომ ინფრაწითელი გამოსხივების გამოყენებისას ასფალტბეტონის თვისებები ან საერთოდ არ იცვლება ან ადგილი აქვს მცირეოდენ განსხვავებას ფიზიკურ თვისებებში.
- ეკონომიური ეფექტი – მსოფლიო გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ ხარჯების ეკონომია ასფალტბეტონის ინფრაწითელი მეთოდით შეკეთების დროს აღწევს 30%-ს ჩვეულებრივ მეთოდთან შედარებით.

3. დასკვნა

ასფალტბეტონის საგზაო საფარების ორმოული შეკეთების ინფრაწითელი ტექნოლოგია საშუალებას გვაძლევს ვაწარმოოთ ეკონომიურად მომგებიანი საგზაო სარემონტო სამუშაოები მთელი წლის მანძილზე. ამასთანავე საფარის რეაბილიტაციის შემდგომ მნიშვნელოვნად იზრდება მისი საექსპლუატაციო ვადა.

ლიტერატურა

1. ECOCITYGROUP. Процесс инфракрасного ремонта асфальта. 2009
2. htt:\\www.dor.ru/articles/1/11/yamochnyi-remont-dorogi-tradicionnie i novie metodi. გადამოწმებულა 20.04. 2016

ნაშხეფბეტონის გამოყენება თანამედროვე გვირაბმშენებლობაში

მ. გრძელიშვილი, ი. არჯევანიძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ.№77, 0175 თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *გვირაბმშენებლობაში ახალავსტრიული ხერხის გამოყენებისას დიდი როლი აქვს დათმობილი ნაშხეფბეტონს. სწორედ ამ ხერხის დანერგვამ გამოავლინა ნაშხეფბეტონისა და ანკერების გამოყენებით აგებული ეკონომიური დამყოლი სამაგრების უპირატესობანი.*

საკვანძოსიტყვები: *გვირაბმშენებლობა, ნაშხეფბეტონი, მუდმივი სამაგრი.*

1. შესავალი

გვირაბმშენებლობის პრაქტიკაში ახალავსტრიული ხერხის დანერგვამ გამოავლინა ნაშხეფბეტონისა და ანკერების გამოყენებით აგებული ეკონომიური დამყოლი სამაგრების უპირატესობანი და ხელი შეუწყო მათ განვითარებას სროგორც მასალისა და კონსტრუქციების, ისე ტექნოლოგიისა და ტექნოლოგიური აღჭურვილობის თვალსაზრისით.

ნაშხეფბეტონის აქტიურ გამოყენებას საფუძველი ჩაეყარა გასული საუკუნის 60-იანი წლების დასაწყისში, როცა მუშავდებოდა გვირაბის ახალავსტრიული ხერხით მშენებლობის ტექნოლოგია. ამ ხერხს აგრეთვე ეწოდა ბირთვის ხერხი დამყოლი გარსით.

საქართველოში ნაშხეფ-ბეტონი პირველად გამოიყენეს 1959 წ, როცა მიმდინარეობდა სამუშაოები ხრამ–ჰესი II გვირაბის გასამაგრებლად. 1968 წ. თბილისის მეტროპოლიტენის გადასარბენი გვირაბის საცდელ უბანზე, საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის გვირაბების და მეტროპოლიტენების კათედრის თანამშრომლების ინიციატივით აიგო საცდელი უბანი, რომელზეც მუდმივ სამაგრად გამოყენებულ იქნა ნაშხეფბეტონი და რკინაბეტონის ანკერები.

2. ძირითადი ნაწილი

გვირაბის ნაშხეფბეტონის სამაგრის ეკონომიკური ეფექტიანობა მტკიცდება გვირაბმშენებლობის პრაქტიკაში არსებული გამოცდილებების შედარებით. მონოლითური ბეტონის სამაგრთან შედარებით, გრუნტის ამოღება მცირდება 20%-მდე, ცემენტის ხარჯი მცირდება 50%-მდე, ჭაურის მშენებლობის ღირებულება კლებულობს 35%-მდე, ხოლო გვირაბგამყვანთა შრომის ნაყოფიერება იზრდება 2-2,5-ჯერ. ნაშხეფბეტონის სამაგრების დანერგვამ შესაძლებელი გახადა გამონამუშევრის 1 გრძ.მ პირდაპირი დანახარჯების 70%-ით შემცირება ხის სამაგრის გამოყენებისას და 85%-ით – ბეტონის სამაგრისას, ხოლო საექსპლოატაციო დანახარჯების გათვალისწინებით ეკონომიკური ეფექტი იზრდება კიდევ არანაკლებ 1,5-2-ჯერ. ნაშხეფბეტონის გამოყენებით შრომატევადობა მცირდება და ადგილი აქვს მასალის ეკონომიურ ხარჯვას.

ხრამჰესი II-ის მშენებლობაზე შიდა-სატვირთო გვირაბის გაყვანისას ნაშხეფბეტონის გამოყენებამ გვირაბის ჭერის გასამაგრებლად შესაძლებელი გახადა მონოლითურ სამაგრთან შედარებით 50% ეკონომიის მიღება.

ინსტიტუტების (ოტგენერგომშენი და ჰიდროსპეცპროექტი) მიერ შესრულებული კვლევები აჩვენებენ, რომ რიგ შემთხვევებში დიდი განივკვეთის (15 მ და 8 მ მალის მქონე გამონამუშევრები) მიწისქვეშა ჰიდროტექნიკური ნაგებობების მშენებლობისას ანკერული სამაგრი და ნაშხეფბეტონი სამაგრის ყველაზე იაფი და ეკონომიური სახეობაა. თბილმეტრომშენის მონაცემებით გადასარბენი გვირაბის საცდელ უბანზე ნაშხეფბეტონისგან აგებული სამაგრი 36,6%-ით იაფი აღმოჩნდა მონოლითურ-დაწნეხილი ბეტონის სამაგრზე, ამასთან, დაწნეხილი სამაგრის ასაგებად საჭირო

დანადგარებისა და მოწყობილობების მასა დაახლოებით 4-ჯერ აღემატება ნაშხეფბეტონის სამაგრის აგებისას გამოყენებულს, ხოლო ღირებულება – 8-10-ჯერ.

როგორც პრაქტიკა გვიჩვენებს, ნაშხეფბეტონის გამოყენებისას გვირაბმშენებლობაში საშუალო ეკონომია შეადგენს 25-30%-ს. თუმცა მოყვანილი მონაცემები ახასიათებენ ნაშხეფბეტონის გამოყენების ტექნიკურ-ეკონომიკურ ეფექტურობის ძირითადად საკმაოდ მაგარკლდოვან ქანებში.

გვირაბმშენებლობის ობიექტებზე სუსტად მდგრად ქანებში ნაშხეფბეტონის გამოყენებამ შესაძლებელი გახადა უფრო დიდი ეკონომიის მიღწევა. ერთერთი საცდელი უბნის მშენებლობისას 1 მ ნაშხეფბეტონიანი გვირაბის ღირებულება აღმოჩნდა 73%-ით ნაკლები ვიდრე მონოლითური ბეტონის სამაგრის მქონე გვირაბისა. ეკონომიური ეფექტი აიხსნება იმით, რომ ნაშხეფბეტონის გამოყენებამ შესაძლებელი გახადა მნიშვნელოვნად შემცირებულიყო გამონამუშევრის განივი კვეთი სამაგრის სისქის შემცირების ხარჯზე (40-75 სმ-დან 15 სმ-მდე), უარი თქმულიყო ტრადიციულ ხის დროებით სამაგრზე და ხსნარის სამაგრს უკან ჭირხვნაზე, აგრეთვე შემცირებულიყო სამუშაოთა შრომატევადობა 2,5-ჯერ.

ნაკლებ მყარ გრუნტებში ნაშხეფბეტონის გამოყენების ეკონომიური ეფექტი შეადგენს 50-60%-ს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ნაშხეფბეტონის გამოყენების ეკონომიკური ეფექტურობა დამოკიდებულია მშენებლობის კონკრეტულ პირობებზე, კერძოდ გასაყვანი გვირაბის სიგრძეზე და განივკვეთზე. გარდა ამისა ნაშხეფბეტონის ღირებულება დამოკიდებულია მასალის ფასზე, რომელიც იცვლება ადგილობრივი პირობების შესაბამისად.

ზემოთ განხილული პირობების საფუძველზე შეიძლება დავადგინოთ, რომ ნაშხეფბეტონის გამოყენებით შეიძლება მივაღწიოთ გარკვეულ ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს. გასათვალისწინებელია ის, რომ რომ ნაშხეფბეტონის დატანა უნდა მოხდეს მექანიზებული წესით, რის გამოც შემცირდება შრომითი დანახარჯები.

3. დასკვნა

მიწის ქვეშა მშენებლობის სამამულო და საზღვარგარეთული გამოცდილების ანალიზის შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ ბევრ ქვეყანაში ფართოდ ინერგება სამთო ხერხით სატრანსპორტო გვირაბების მშენებლობის თანამედროვე მაღალი ტექნოლოგიები. მძლავრი მობილური აღჭურვილობა, ანკერებთან ან გისოსოვან თაღებთან შეხამებული ნაშხეფბეტონის კონტურული სამაგრი და სამუშაოთა მკვეთრად ჩამოყალიბებული ორგანიზაცია უზრუნველყოფენ 80-100 კვადრატული მეტრის ფართობის განივკვეთის გვირაბების გაყვანის მაღალ ტემპებს რბილ ნახევრად კლდოვან ქანებში (არანაკლებ 120 მ/ თვეში).

გვირაბმშენებლობაში ნაშხეფბეტონის დანერგვის პრაქტიკული გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ მასალის მაღალი სიმტკიცის მაჩვენებლების, დატანის ტექნოლოგიის და სამუშაოთა სრული მექანიზაციის შესაძლებლობის გამო უყალიბო და ბეტონების ეს ხერხი უზრუნველყოფს მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ეფექტს სამუშაოთა შრომატევადობის შემცირებასთან ერთად.

ჩვენს ქვეყანაში მიმდინარეობს სამთო სატრანსპორტო გვირაბების მშენებლობის მაღალი ტექნოლოგიების ეტაბობრივი ათვისება, რისთვისაც საჭიროა კომპლექსური მიზნობრივი პროგრამის შემუშავება, რომლის შესაბამისად: შესაძენია თანამედროვე სამთოგვირაბგამყვანი აღჭურვილობა; ჩასატარებელია სათანადო სამეცნიერო კვლევები, რომელიც მოიცავს აგრეთვე ნაშხეფბეტონის ოპტიმალური შემადგენლობის დასადგენად შეჭიდვისა და გამაგრების დამაჩქარებელი სპეციალური დანამატების შემუშავებას.

ლიტერატურა

1. თ. ჭურაძე, ჯ.კ ილასონია, გ. დათუკიშვილი. ახალავს ტრიული ხერხით გვირაბის მშნებელობის გეომექანიკური ასპექტები. თბილისი, „ტრანსპორტი”, 2010–171–ე გვერდი.
2. Меркин В.Е. Опыт применения новоавстрийского метода сооружения тоннелей в практике фирмы ,,Beton and Monierbau” // Подземиое пространство мира №2, Москва, 1995 – с. 33-38.

რკინაბეტონის რთული კვანძის მოწყობა

ი. ჟვარაია
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *სტატიაში განხილულია, რკინაბეტონის ერთ-ერთი რთული კვანძის მოწყობის მაგალითი, როდესაც ეტაპობრივად ხდებოდა არმატურის კარკასის მონტაჟი და მისი დაბეტონება.*

საკვანძო სიტყვები: *კვანძი, არმატურა, კარკასი, ბეტონი, რკინაბეტონი, მონტაჟი, მშენებლობა.*

1. შესავალი

მონოლითური რკინაბეტონით მშენებლობის პროცესში, განსაკუთრებით დიდ ყურადღებას მოითხოვს შენობის მასიური ნაწილიდან ნაკლებად ხისტ ნაწილში გადასასვლელი კვანძების შესრულება. აღნიშნულის სადემონტრაციოდ მოყვანილია ტაძრის მშენებლობის დროს შენობის ძირითადი ნაწილის გუმბათის ყელთან შემაერთებელი ზონის არმირებისა და დაბეტონების პროცესი. საეკლესიო ტიპის ნაგებობების მრავალსაუკუნოვანმა არსებობამ დაადასტურა, რომ მათ დიდ უმრავლესობას სწორედ შენობის ასეთ ადგილებში აქვს მიღებული სერიოზული დაზიანებები და ხშირ შემთხვევებში აქედან დაიწყო მათი რღვევა. დაზიანების ძირითადი მიზეზი კვანძების არასათანადო სიმტკიცეა, რომელიც განსაკუთრებულად იჩენს თავს სეისმიური დატვირთვების ზემოქმედების დროს. თუ ადრეულ პერიოდში საკულტო ნაგებობი სხვადასხვა ქვის მასალებისაგან იგებოდა და არ არსებობდა ზემოთაღნიშნული კვანძების გაძლიერების რეალური საშუალება, მონოლითური რკინაბეტონისგან აგების შემთხვევაში საერთოდ უნდა გამოირიცხოს მსგავსი დაზიანებები.

2. ძირითადი ნაწილი

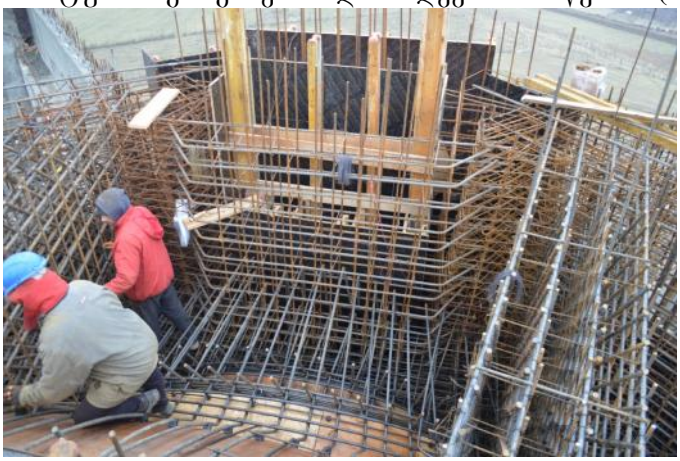
რკინაბეტონის კვანძის მოწყობის მთავარ მიზანს წარმოადგენდა ტაძრის ძირითადი ნაწილიდან გუმბათის ყელზე გადასასვლელი წრიული ნაწილის მოწყობა, რომლის დიამეტრი 4მ-ით ნაკლები იყო საყრდენი წრის დიამეტრზე და მოითხოვდა ძალიან მძლავრი მონოლითური კონსოლური კვანძის შექმნას. მასზე შემდგომ უნდა აგებულიყო გუმბათის ყელი და თვით გუმბათი. პროექტით გათვალისწინებული ძალიან ხშირი არმირების გამო, საკმაოდ გართულებული იყო აღნიშნული კვანძის მოწყობისას არმატურის კარკასების აგება და მისი დაბეტონება. პროცესის თანმიმდევრობის სრულად აღსაქმელად მიზანშეწონილია მისი ცალკეული ეტაპების განხილვა.

ნახ.1. საყალიბე სისტემის დამონტაჟება და არმირების დაწყება II ეტაპი – ხორციელდებოდა საყალიბე სისტემაზე წრიული მიმართულების არმატურის ღეროების მონტაჟი და საყრდენ ნაწილში არმატურის ნაშვერებზე ვერტიკალური სამუშაო არმატურების წაზრდა (ნახ.2).

I ეტაპი - მოეწყო და ტაძრის ძირიდან ამოსულ ხარაჩოებზე დაეყრდნო, სპეციალურად ამ მიზნისათვის აგებული წრიული ფორმის საყალიბე სისტემა. ყალიბსა და ძირითად საყრდენ კონსტრუქციას შორის წარმოქმნილი კონსოლური სივრცის დაბეტონებით უნდა შექმნილიყო სასურველი დიამეტრის მქონე გუმბათის ყელის საყრდენი მონოლითური რკინაბეტონის კვანძი (ნახ.1).

ნახ.2. წრიული არმატურების მონტაჟი და ნაშვერებზე არმატურების წაზრდა

III ეტაპი – კვანძის საყრდენი ნაწილის მართობული და მასთან დამაკავშირებელი არმატურის კარკასების და ბადეების მოწყობა (ნახ.3).



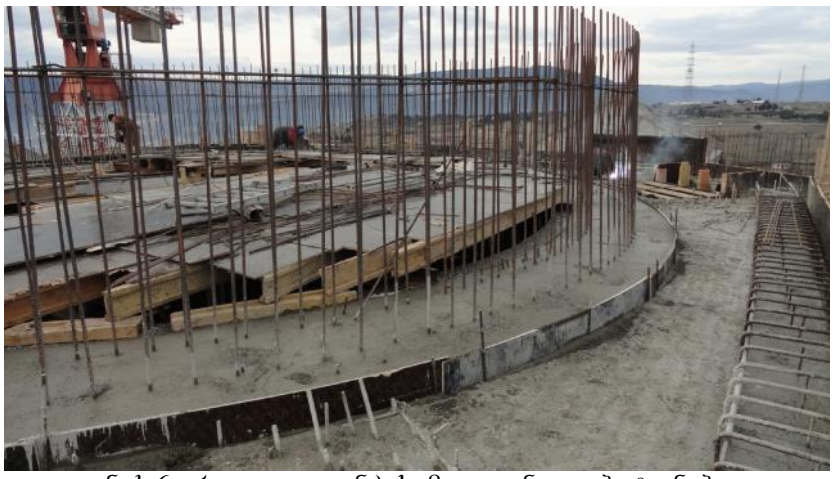
ნახ.3. კვანძის საყრდენ ნაწილთან დამაკავშირებელი არმირება

IV ეტაპი – არმატურის ჰორიზონტალური ბადეების მონტაჟი სიმაღლეში 20სმ ბიჯით და გუმბათის ყელის საყრდენი წრიული კარკასის მოწყობა (ნახ.4).

ნახ.4. ჰორიზონტალური ბადეები და გუმბათის ყელის საყრდენი კარკასი

V ეტაპი – ნაწილობრივი დაბეტონება მთელ წრეზე წვრილი სიღრმითი ვიბრატორებით და საყრდენთან დამაკავშირებელი არმირების გაგრძელება.

ნახ.5. კარკასის ნაწილობრივი დაბეტონება და არმირების გაგრძელება VI ეტაპი – კვანძის დაბეტონება გუმბათის ყელის ნაშვერების დატოვებით.



ნახ.6. რთული კვანძის მთლიანი დაბეტონება

3. დასკვნა

1. რკინაბეტონის შენობა-ნაგებობებში მასიური ნაწილიდან კონსოლურ ნაწილზე გადასასვლელი კვანძების სიმტკიცის უზრუნველსაყოფად აუცილებელია, ურთიერთდამაკავშირებელი მძლავრი ვერტიკალური და ჰორიზონტალური არმატურის კარკასების მონტაჟი და მათი ეტაპობრივი წრიული დაბეტონება.

ლიტერატურა

1. ი.ქვარაია, თ.დვალიშვილი რკინაბეტონის გუმბათის საყრდენი კედლის საწყისი წრიული ყალიბის დამზადება-დამონტაჟების ტექნოლოგიური პროცესი. სამეცნიერო-ტექნიკური ჟურნალი “მშენებლობა”. №2(37), თბილისი 2015. გვ.47-49

სინგულარული ინტეგრალური განტოლების რიცხვითი ამონახსნები გამარტივებული სქემების გამოყენებით

მირიან კუბლაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ.77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *პირველი გვარის სინგულარული ინტეგრალური განტოლებისათვის აგებულია საგრძნობლად გამარტივებული რიცხვითი ამოხსნის სქემები. რომლებიც ინარჩუნებენ მიახლოებითი ამოხსნის სიზუსტის მაღალ რიგს და გამოსაყენებლად აქვს მარტივი სახე.*

საკვანძო სიტყვები: *სინგულარული, ინდექსი, რიცხვითი, ამოხსნა, პირველი გვარი, ერთადერთობა, სქემები, შეფასება.*

1. შესავალი

განვიხილოთ პირველი გვარის სინგულარული ინტეგრალური განტოლება

$$\frac{1}{\pi i}\int_{ab}\frac{\varphi(t)dt}{t-t_0}+\frac{1}{\pi i}\int_{ab}k(t_0;t)\varphi(t)dt=f(t_0), \qquad (1)$$

სადაც $f(t)$, $K(t_0;t)$ განსაზღვრულნი არიან $L=ab$ კონტურზე და ეკუთვნიან $H_r(\alpha;L)$ კლასს [6].

როგორც ცნობილია [1], იმისდა მიხედვით ამონახსნს ფუნქციათა რომელ კლასში ვეძებთ წირის ერთ ბოლოზე შემოსაზღვრული, მეორეზე შემოუსაზღვრელი (ინდექსი $\varkappa=0$), ორივე ბოლოზე შემოუსაზღვრელი, ($\varkappa=1$), ორივეზე შემოსაზღვრული ($\varkappa=-1$) - შესაბამისად (1) განტოლების ზუსტ ამონახსნებს აქვს სხვადასხვა სახე.

ჯერჯერობით ვიგულისხმოთ, რომ $\varkappa=0$, ე.ი. ვეძებთ ამონახსნს, რომელიც შემოსაზღვრულია ერთ ბოლოზე და შემოუსაზღვრელია მეორე ბოლოზე [1]

$$\varphi_0(t)=\sqrt{\frac{t-a}{t-b}}\varphi(t)$$

ჩავსვათ წარნმოდგენილი $\varphi_0(t)$-ს მნიშვნელობა (1) განტოლებაში, მივიღებთ:

$$\frac{1}{\pi i}\int_{ab}\sqrt{\frac{t-a}{t-b}}\frac{\varphi_0(t)dt}{t-t_0}+\frac{1}{\pi i}\int_{ab}\sqrt{\frac{t-a}{t-b}}k(t_0;t)\varphi_0(t)dt=f(t_0), \qquad (2)$$

ასეთი განტოლებების ამოხსნებს მიძღვნილი აქვს მრავალი შრომა [2-4], მაგრამ ამ შრომებში განხილული განტოლებებში გამოიყენება ნახევრად რეგულარიზაციის მეთოდი, რაც კიდევ უფრო ართულებს განტოლებას [6-7] (2) განტოლებაში აღვნიშნოთ $S(\varphi;t_0;\pm\tfrac{1}{2})\equiv\frac{1}{\pi i}\int_{ab}\sqrt{\frac{t-a}{t-b}}\frac{\varphi_0(t)dt}{t-t_0}$

ვთქვათ n-ნებისმიერი ნატურალური რიცხვია, გავყოთ [a, b] შუალედი n ტოლ ნაწილად წერტილებით

$$S_6=a+\frac{b-a}{n}(\sigma-1),\sigma=1,2,\dots,n+1$$

შემდეგ მოცემული ფიქსირებული m ნატურალური რიცხვისათვის ყოველი $[S_6,S_{\sigma+1}]$ სეგმენტი დავყოთ ნაწილებად წერილებით

$$S_\sigma = S_\sigma + hx_k \quad \left(h = \frac{b-a}{n}\right), k = 1,2,\dots,m,$$

სადაც $\{x_k\}_{k=1}^{m} = [0.1]_m$ შუალედიდან აღებული წერტილებია. შემდეგში ვიგულისხმოთ, რომ $x_1, x_2, \dots, x_m$ რიცხვები გადანომრილია ზრდის მიხედვით.

აღვნიშნოთ $\tau_\sigma = t(S_\sigma),\ t_{\sigma k} = t(S_{\sigma k})\ (\sigma = 1,2,\dots,n; k = 1,2,\dots,m).$

$S(\varphi; t_0; \pm\frac{1}{2})$-ის მიახლოებით მნიშვნელობად განვიხილოთ გამოსახულება

$$S_n(\ddot{\cdot}; t_0; \pm\tfrac{1}{2}) = L_\neg(\ddot{\cdot}; t_0) + \sum_{\pm=0}^{n-1}\sum_{k=0}^{m-1} \frac{P_{\pm k}}{t - t_{\pm k}}\left[L_\neg(\ddot{\cdot}; t_0) - \ddot{\cdot}(t_{\pm k})\right]$$

$$(t_0 \in [\tau_\neg, \tau_{\neg+1}; t_0 \neq t_{\pm k}; \neg = 0,1,\dots,n-1)$$

სადაც $L_\nu(\varphi; t_0)$ ლაგრანჟის მრავალწევრია $t_{\nu k}(\nu = \overline{0, n-1}; k = \overline{0, m-1})$

კვანძით წერტილებში, $P_{\pm k} = \frac{1}{\Re i}\int_{[\tau_\pm, \tau_{\pm+1}]} \sqrt{\frac{t-a}{t-b}}\,\frac{\mu_\pm(t)d(t)}{(t-t_{\pm k})\mu'_\pm(t_{\pm k})}$, $\mu_\pm(t) = \prod_{k=0}^{m-1}(t - t_{\pm k})$

$t_0 = t_{\pm k}$ წერტილებში $S_n(\ddot{\cdot}; t_0; \pm\frac{1}{2})$ განისაზღვრება როგორც ზღვრული მნიშვნელობა.

წინა პარაგრაფში განხილული მსჯელობების ანალოგიურად მტკიცდება, რომ თუ $\ddot{\cdot} \in H_r(\sim; L)$, მაშინ ნებისმიერი $t_0 \in ab$ სამართლიანია შეფასება

$$\left|S(\ddot{\cdot}; t_0; \pm\tfrac{1}{2}) - S_n(\ddot{\cdot}; t_0; \pm\tfrac{1}{2})\right| \le (c_1 + c_2 l_{nn})\frac{1}{n^{z+\sim-\frac{1}{2}}},$$

სადაც c_1, c_2 მუდმივები არ არის დამოკიდებული t_0 როგორც ვხედავთ, ჩვენ მიერ სინგულარული ინტეგრალისაგან აგებული მიახლოებითი სქემა გაცილებით მარტივი სტრუქტურისაა, ვიდრე ჩვენ მიერ სხვა ნაშრომებში განხილული სქემები, მაგრამ შენარჩუნებული აქვს სიზუსტის მაღალი რიგი.

(2) განტოლებაში $\frac{1}{\Re i}\int_{[\tau_\pm, \tau_{\pm+1}]} \sqrt{\frac{t-a}{t-b}}k(t_0,t)\ddot{\cdot}(t)d(t)$ მიახლოებით შევცვალოთ ჩვეულებრივი კვადრატურული ფორმულით

$$\frac{1}{\Re i}\int_{ab}\sqrt{\frac{t-a}{t-b}}k(t_0,t)\ddot{\cdot}(t)d(t) \approx \sum_{\pm=0}^{n-1}\sum_{k=0}^{m-1} P_{\pm k}k(t_0,t_{\pm k})\ddot{\cdot}(t_{\pm k})$$

საბოლოოდ მივიღებთ, რომ (2) ზუსტი სინგულარული განტოლება შეიცვალა მიახლოებითი განტოლებით $S_n(\ddot{\cdot}; t_0; \pm\tfrac{1}{2}) + \sum_{\pm=0}^{n-1}\sum_{k=0}^{m-1} P_{\pm k}k(t_0,t_{\pm k})\ddot{\cdot}(t_{\pm k}) = f(t_0)$

გაშლილი სახით კომპიუტერზე სარეალიზაციოთ ამ სქემას აქვს შემდეგი სახე:

$$\left[\sum_{\substack{\pm=1\\ \pm\neq\neg}}^{n}\sum_{\copyright=1}^{m}\frac{p_{\pm k}^{*(-1/2;-1/2)}}{t_{\neg j} - t_{\pm k}} + \sum_{\substack{k=1\\ k\neq j}}^{m}\frac{p_{\neg k}^{*(-1/2;-1/2)}}{t_{\neg j} - t_{\neg k}} - p_{\neg j}^{*(-1/2;-1/2)}\sum_{k=1}^{m} d_{\neg k}(t_{\neg j})\right]\ddot{\cdot}(t_{\neg j}) -$$

$$-\sum_{\substack{\pm=1\\ \pm\neq\neg}}^{n}\sum_{k=1}^{m}\frac{p_{\pm k}^{*(-1/2;-1/2)}}{t_{\neg j} - t_{\pm k}}\ddot{\cdot}(t_{\pm\copyright}) - \sum_{\substack{k=1\\ k\neq j}}^{m}\frac{p_{\neg k}^{*(-1/2;-1/2)}}{t_{\neg j} - t_{\nu k}}\ddot{\cdot}(t_{\neg k}) + p_{\neg j}^{*(-1/2;-1/2)}\sum_{k=1}^{m} d_{\nu k}(t_{\neg j})\ddot{\cdot}(t_{\neg k}) +$$

$$\sum_{\pm=1}^{n}\sum_{k=1}^{m} P_{\pm k}k(t_0,t_{\pm k})\ddot{\cdot}(t_{\pm k}) = f(t_0)$$

სადაც

$$d_{\neg\copyright} = \frac{\prod_{\substack{j_0=1 \\ j_0\neq k,j}}^{m}\left(t_{\neg\, j} - t_{\neg j\, j_0}\right)}{\prod_{\substack{j_0=1 \\ j_0\neq k}}^{m}\left(t_{\neg\copyright} - t_{\neg\, j_0}\right)}, \qquad p_{\pm k}^{(1/2;-1/2)} = \frac{1}{\circledR\, i}\int_{\text{²}_{\pm}{}^{\text{²}}{}_{\pm+1}} \sqrt{\frac{t-a}{t-b}}\ \prod_{\substack{j=1 \\ j\neq k}}^{m}\frac{t-t_{\pm\, j}}{t_{\pm\, \text{k}} - t_{\pm\, \text{j}}}dt$$

$$p_{\pm k}^{*(1/2;-1/2)} = \begin{cases} p_{\pm 1}^{(1/2;-1/2)} + p_{\pm -1m}^{(1/2;-1/2)} & \pm = 1,2,3,\ldots n; \\ p_{\pm k}^{(1/2;-1/2)} & k = 2,3,\ldots, m-1;\ \pm = 1,2,\ldots n \end{cases}$$

$$\left(\pm = 1,2,\cdots n;\quad \copyright = 1,2,\cdots m\right),\quad \left(t_0 \in \text{²}_{\neg}{}^{\text{²}}{}_{\neg+1};\ \neg = 1,2,\cdots,n\right)$$

თუ ამ უკანასკნელში ჩავსვამთ $t_{\neg j}$ $\left(\neg = \overline{0,n},\ j = \overline{0,m}\right)$ კვანძით წერტილებს მივიღებთ წრფივ განტოლებათა სისტემას $\ddot{}(t_{\neg k})$-$\left(\neg = \overline{0,n},\ j = \overline{0,m}\right)$ უცნობების მიმართ.

[6-7]- მოყვანილი მსჯელობების ანალოგიურად შეგვიძლია ვაჩვენოთ, რომ თუ $\ddot{}_n$-არის უბან-უბან საინტერპოლაციო ფუნქცია, აგებული $\ddot{}(t_{\neg k})$-$\left(\neg = \overline{0,n},\ j = \overline{0,m}\right)$ სისტემის ამონახსნის მნიშვნელობებზე, მაშინ ადგილი აქვს შეფასებას

$$\left\|\ddot{}(t) - \ddot{}_n(t)\right\|_H \le \frac{Al_{nn}}{n^{z+\sim-\ -½}}\left(m > z+1,\quad <\sim -½\right),$$

სადაც A - გარკვეული მუდმივი რიცხვია.

როგორც ვხედავთ ძალიან გამარტივდა (2) სინგულარული ინტეგრალური განტოლების რიცხვითი ამოხსნის სათვლელი სქემა, მაგრამ მიახლოების მაღალი სიზუსტის რიგი კვლავ შენარჩუნებულია. იმ შემთხვევაში, როცა (1) განტოლების ინდექსი $\aleph = 1$.

განტოლების ამონახსნი ორივე ბოლოზე შემოსაზღვრულია მას აქვს სახე $\ddot{}_0(t) = \frac{\ddot{}(t)}{\sqrt{(t-a)(t-b)}}$ [მუსხ] და იგი ცალსახად არ განისაზღვრება. იმისათვის, რომ იგი ცალსახად განისაზღვროს უნდა შესრულდეს დამატებითი პირობა $\int_{ab}\ddot{}_0(t)d(t) = c$, სადაც c რაიმე მუდმივი რიცხვია.

ასევე როცა განტოლების ინდექსი უარყოფითია, $\aleph = -1$ ყოველთვის არ არსებობს აღნიშნული ზუსტი ამონახსნი, ის რომ არსებობდეს, მარჯვენა მხარე $f(t_0)$ უნდა აკმაყოფილებდეს დამატებით პირობას $\int_{ab}\frac{f(t)dt}{\sqrt{(t-a)(t-b)}} = 0$

ამიტომ (1) განტოლების მიახლოებითი ამოხსნის დროს უნდა გავითვალისწინოთ აღნიშნული დამატებითი პირობა. როგორც ცნობილია [მუსხ.] როცა სრულდება აღნიშნული დამატებითი პირობა (1) განტოლებას ყოველთვის აქვს ამონახსნი და იგი ერთადერთია.

ამ დამატებითი პირობების გათვალისწინება ჩვენ განხილული გვაქვს [6]-ში განტოლებების რიცხვითი ამოხსნის სისტემების შედგენის დროს. ზუსტად ანალოგიურად, ჩვენ შემთხვევაში გამარტივებული სქემის დროს შეგვიძლია ამ პირობების გათვალისწინება.

ამგვარად ზემოთ მოყვანილი მსჯელობის საფუძველზე შეგვიძლი ჩავთვალოთ,რომ საბოლოოდ (1) განტოლებისათვის ნებისმიერი ინდექსის დროს აგებულია საგრძნობლად გამარტივებული რიცხვითი ამოხსნის სქემა, რომელიც ინარჩუნებს სიზუსტის მაღალ რიგს.

მეორეს მხრივ, ასეთ განტოლებებზე მიიყვანება ისეთი მნიშვნელოვანი ამოცანები როგორებიცაა, მაგალითად, დირიხლეს ამოცანა სიბრტყეზე ჭრილების

[1.§ 107] შემთხვევაში (შესაბამისად, კომფორმულად გადამსახავი ფუნქციის აგების დროს, ღეროს და ძელის გრეხის ამოცანები) სიბრტყის ტემპერატურული სტაციონალური ამოცანა, ნებისმიერად განლაგებული ბზარების შემთხვევაში [1 თ. VII], ასევე დრეკადობის თეორიის სასაზღვრო ამოცანები.

ლიტერატურა

1 . Мусхелишвили Н.И. Сингулярные интегральные уравнения. // М.:Наука, 1968, 511 с.
2. Саникидзе Д.Г., О численном решении граничных задач методом аппроксимации сингулярных интегралов, Дифференц. уравнения, 29, 9, 1993.
3. Саникидзе Д.Г., К вопросу обоснования метода граничных интегральных уравнений в случае областей с негладкими границами, Дифференц. уравнения, 32,9, 1996.
4. Саникидзе Д.Г., О некоторых схемах аппроксимации сингулярных интегралов с ядром Коши и некоторых их применениях, Труды XII международного симпозиума «Методы дискретных особенностей в задачах математической физики», Харьков-Херсон, 2005.
5. Kublashvili M.D., Kublashvili M.M., Numerical solution of singular integral equation with opened Contour in the nonzero index case, Scientific-technical journal "Building", 3 (18), 2010.
6. Kublashvili M.D., Kublashvili M.M., On numerical solution of the first kind singular integral equation, Proceedings of the International Scientific Conference "Information and Computer Technologies, Modelling, Control", GTU, Tbilisi, 2011.
7. Kublashvili M.D., Filfani N., Kapanadze Z., Kublashvili M.M., Numerical Solution of the Crack Problem on the Circular Disc, Scientific-Technical Journal "Building", 4(27), 2012.

ბიტუმების მოდიფიცირება რეზინის ნარჩენებით

მ. ავალიანი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175 თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *ასფალტბეტონის საფარში ბზარების წარმოქმნა მნიშვნელოვნად ამცირებს მის სიცოცხლისუნარიანობას. ამის საწინააღმდეგოდ პრაქტიკაში ფართოდ გამოყენებული პოლიმერები, რომლებიც ზრდის საგზაო ფენილების სამსახურის ვადას, მაგრამ პარალელურად ძვირდება დანახარჯები. სტატიაში განხილულია ბიტუმ-რეზინის ნარევის გამოყენების პერსპექტიულობა გაუმჯობესებული თვისებების ასფალტბეტონის ნარევის დასამზადებლად*

საკვანძო სიტყვები: *მოდიფიცირებული ბიტუმი, ბიტუმ-რეზინის ნარევი, საექსპლუატაციო მაჩვენებლები.*

1. შესავალი

ასფალტბეტონის საგზაო საფარი დაზიანების ერთ-ერთ ძირითად მიზეზს წარმოადგენს მასზე ბზარების წარმოქმნა, რომელშიც ჩადის წყალი, ჭუჭყი და იწვევს მის შემდგომ დაზიანებას. არსებობს ბზარების წარმოქმნის სხვადასხვა მიზეზი, მათ შორის ერთ-ერთი მიზეზია ტემპერატურის ცვალებადობა, რაც იწვევს ფენილში ძაბვების და შესაბამისად ტემპერატურული ბზარების წარმოქმნას.

ბზარწარმოშობის საწინააღმდეგოდ აუცილებელია მასალა, რომელიც ეფექტურად აითვისებს ფენილში აღძრულ ძაბვებს. ნებისმიერი მაღალი სიბლანტის მქონე შემკრავი აუმჯობესებს ნარევის წინააღმდეგობას ბზარწარმოქმნისადმი. ამასთან, თუ შემკრავი ინარჩუნებს ასეთ თვისებებს ტემპერატურისა და დროის ფართო დიაპაზონებში მისი გამოყენება მნიშვნელოვნად გაზრდის ფენილის სამსახურის ვადას.

დღეს, პრაქტიკაში ფართოდ გამოყენებული პოლიმერები, ზრდის საგზაო ფენილების სამსახურის ვადას, მაგრამ პარალელურად ძვირდება დანახარჯები. საჭიროა ისეთი მასალის მოძიება, რომელიც ბზარსაწინააღმდეგო თვისებების გარდა ხასიათდება მინიმალური ღირებულებით.

ერთ-ერთი რაციონალური ვარიანტია ძველი საბურავებისა და რეზინის სხვა ნარჩენებისაგან მიღებული ფხვნილის დამატება შემკრავზე - ე.წ. ბირკ - ბიტუმისა და რეზინის ნარევი.

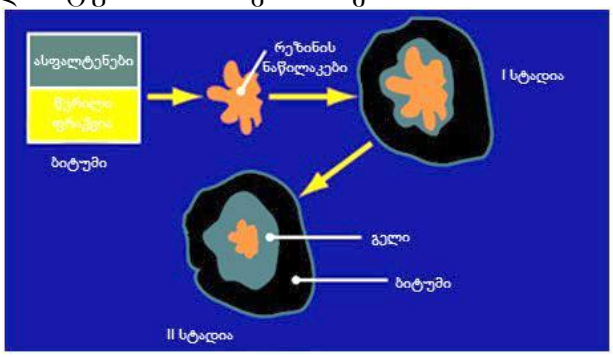
2. ძირითადი ნაწილი

ბირკ ნარევი იწარმოება ძველი საბურავების რეზინის გრანულების დამატებით ბიტუმთან. მნიშვნელოვანი ფაქტორია ბიტუმისა და რეზინის შეთავსებადობა. რეზინის ფხვნილის გრანულომეტრია, შერევის დრო და ტემპერატურა გავლენას ახდენენ მიღებული შემკრავის თვისებებზე.

როდესაც რეზინის ნაწილაკები ერევა ბიტუმში ნაწილაკები იფარებიან გელით, რაც პოლიმერბიტუმის სისტემებში გაფუების ანალოგიურია. შედეგად ვიღებთ დამოუკიდებელ რეზინაბიტუმის მატრიცას, რომელიც წარმოადგენს სამფაზიან სისტემას: რეზინა, რეზინისა და ბიტუმის ნაზავი და ბიტუმი (ნახ. 1).

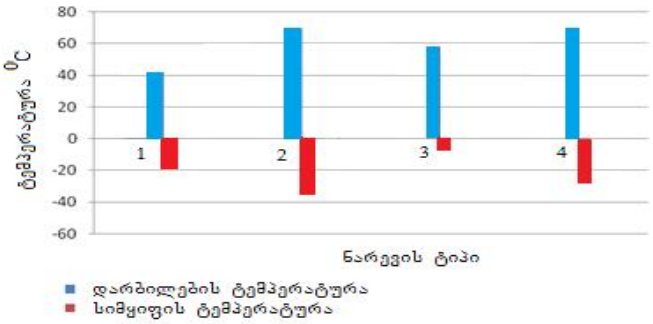
რეზინის გრანულატი დადებით გავლენას ახდენს შემკრავის დრეკად თვისებებზე. ექსპერიმენტების დადასტურდა არამოდიფიცირებული და მოდიფიცირებული ბიტუმების თვისებათა იდენტურობას $+10^0$C-ზე. დაბალ ტემპერატურაზე რეზინაბიტუმის დრეკადობის მოდული მცირეა და ამიტომ შემკრავი გაცილებით ელასტიურია. მაღალ ტემპერატურაზე რეზინაბიტუმის დრეკადობის მოდული პირიქით უფრო მაღალია. როგორც ვხედავთ

რეზინაბიტუმის გამოყენება საკმაოდ ეფექტურია საქართველოსათვის დამახასიათებელი კლიმატური პირობებისათვის.



ნახ.1. ბიტუმისა და რეზინის ნაწილაკების შერევის სტადიები

რეზინის ფხვნილის გამოყენების ძირითადი ეფექტი მდგომარეობს სიბლანტის გაზრდასა და თერმული მგძნობელობის გაუმჯობესებაში. მე-2 ნახაზებზე მოცემულია დარბილებისა და სიმყიფის ტემპერატურების მაჩვენებლები.



ნახ.2. დარბილებისა და სიმყიფის ტემპერატურათა გრაფიკები 1-ბიტუმი პენეტრაციით 120; 2-რეზინაბიტუმი, დამზადებული ბიტუმით პენეტრაციით 120; 3-ბიტუმი პენეტრაციით 80; 4-რეზინაბიტუმი, დამზადებული ბიტუმით პენეტრაციით 80

როგორც გრაფიკიდან ჩანს რეზინის გრანულატის დამატება მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს შემკრავის თვისებებს.

ექსპერიმენტებით დასტურდება, რომ ბირკ შემკვრელები ნაკლებად მყიფენი არიან უარყოფითი ტემპერატურისას და ნაკლებად ექვემდებარებიან დეფორმაციას მაღალი ტემპერატურისას. შესაბამისად, მათი სატრანსპორტო საექსპლუატაციო მაჩვენებლები იქნება საუკეთესო და სტაბილური წლის ნებისმიერ დროს საქართველოს მაღალმთიან პირობებში.

რეზინაბიტუმის გამოყენებით შექმნილ მემბრანებში მცირდება ბზარების რაოდენობა, რაც გამოწვეულია ფენილის ზედა ფენაში ძაბვის შემცირებით.

პირველ ცხრილში მოცემულია ჩვენს მიერ ჩატარებული ლაბორატორიული კვლევის შედგები, სადაც მოცემულია ბიტუმისა და ბირკ ნარევის მახასიათებლები.

ბიტუმის შემკვრელების მახასიათებლები ცხრილი 1.

თვისებები	მაჩვენებლები			
	БНД 90/130	ბირკ 60/90	БНД 60/90	ბირკ 40/60
ნემსის ჩასოლვის სიღრმე, 0.1მმ 25^{0}C 0^{0}C	 99 25	 79 35	 68 21	 41 18
დარბილების ტემპერატურა, ^{0}C	45	66	51	712
მსხვრევის ტემპერატურა, ^{0}C	-22	-25	-21	-24

პლასტიკურობის ინტერვალი, ^{0}C	68	92	71	97
გაწელვა, 0^0C	3.6	8	2.5	7
ელასტიურობა,^{0}C	-	51	-	45

ცხრილში 2 მოცემულია ასფალტბეტონის მახასიათებლების შედარება სტანდარტული და ბიკ შემკვრელებისათვის.

ასფალტბეტონის ნარევის მახასიათებლების შედარება ცხრილი 2

მაჩვენებელი	ა/ბ БНД 60/90 (5%)	ა/ბ БРКН 60/90 (5.3%)	მოთხოვნები ГОСТ 9128-97
სიმტკიცე კუმშვაზე მპა 50^0C 20^0C 0^0C	 1.3 4.5 13.7	 2.2 5.7 10.0	 >1.3 >2.5 9.0-11.0
სიმტკიცე ძვრაზე, მპა	3.6	2.7	–
სიმკვრივის მოდული კუმშვაზე მპა 50^0C 0^0C	 120 2000	 200 640	 – –
წყალგამძლეობა	0.8	1.0	0.85-0.95
წყალმედეგობა	0.65	0.98	0.75-0.95

შედეგები მიღებულია ლაბორატორიული ექსერიმენტებით. ცდებისას გამოყენებული იყო Б ტიპის, წვრილმარცვლოვანი მკვრივი, ასფალტბეტონი საშუალო სიმკვრივით 2.41-2.43გ/სმ^3. შემადგენლობა: გრანიტის ღორღი 5-15მმ–46%, ქვიშა–44%, მინერალური ფხვნილი–10%, მოდიფიკატორი–რეზინის ნაწილაკები რბილი რეზინებისაგან НК (2%) და ავტომანქანის საბურავების ნამცეცები ზომით 0.8მმ (8% შემკვრელის მასიდან).

მოყვანილი მონაცემები გვიჩვენებენ, რომ ბირკ ნარევის გამოყენების დროს საგრძნობლად იზრდება სიმტკიცის ზღვარი და ძვრის წინააღმდეგობა მაღალ ტემპერატურებზე, რაც თავის მხრივ ზრდის ასფალტბეტონის საფარის მდგრადობას. ეს თვისება ძალიან მნიშვნელოვანია ცხელი კლიმატის რეგიონებისათვის. მეორეს მხრივ ბზარმედეგობა შეესაბამება I კლასის ფინურ ნორმატივებს (PANK4302) ე. ი. იგი შეიძლება გამოვიყენოთ ცივ კლიმატურ ზონებშიც კრიტიკული ტემპერატურების დროს -35^{0}C. დიდი ადგეზიური თვისებების გამო ასფალტბეტონი გამოირჩევა დიდი მედეგობით წყლისა და ატმოსფერული ზემოქმედების მიმართ. აქვს გაზრდილი ჩაჭიდულობის კოეფიციენტი ავტომობილის თვლებისადმი და დაბალი ხმაური.

3. დასკვნა

ჩატარებული კვლევები და ლაბორატორიული ექსპერიმენტები ადასტურებს, რომ ასფალტბეტონის ნარევების დამზადება რეზინის გრანულებით მოდიფიცირებული ბიტუმებით, სავსებით მისაღებია საქართველოს კლიმატური პირობებისთვის. ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვნად გაიზრდება საგზაო საფარების საესპლუატაციო მაჩვენებლები როგორც ცხელი, ასევე ცივი კლიმატის პირობებში და ამასთანავე მიიღწევა ეკონომიური ეფექტი საგზაო სამოსების სიცოცხლისუნარიანობის გაზრდის ხარჯზე.

ლიტერატურა

1.ძიძიგური მერაბი. საგზაო საშენი მასალები. გამომცემლობა ”ტექნიკური უნივერსიტეტი”. თბილისი 2005 წ. გვ 201 – 321.

2.ГОСТ 22245-90 БИТУМЫ НЕФТЯНЫЕ ДОРОЖНЫЕ ВЯЗКИЕ

3.ГОСТ 9128 97 СМЕСИ АСФАЛЬТОБЕТОННЫЕ ДОРОЖНЫЕ, АЭРОДРОМНЫЕ И АСФАЛЬТОБЕТОНhttp://xn--90aogxj1e.xn--p1ai/tehnologiya-bitrek.html?PHPSESSID=59ki6s0f0rltn0libos68d9an2. გადამოწმებულია 27.05.2016

სატრანსპორტო ინფრასტრუქტურის განვითარების პერსპექტივები

კ. მჭედლიშვილი, ნ. რურუა, ზ. გაბედავა
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *სტატიაში განხილულია სატრანსპორტო სისტემების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი შემადგენელი ნაწილის საავტომობილო ტრანსპორტის ინფრასტრუქტურის განვითარების გრძელვადიანი პერსპექტივა. ნაჩვენებია, რომ ავტომობილი მიუხედავად მრავალი პრინციპული ხასიათის კონსტრუქციული ცვლილებებისა კვლავ დარჩება ძირითად სატრანსპორტო საშუალებად და შესაბამისად საავტომობილო გზების ქსელი იქნება მგზავრებისა და ტვირთების გადაადგილების აუცილებელი საშუალება. სტატიაში ნაჩვენებია აგრეთვე ავტოსაგზაო ინფრასტრუქტურის დაპროექტების პროცესის განვითარების ძირითადი მიმართულებები.*

საკვანძო სიტყვები: *ტრანსპორტი, ინფრასტრუქტურა, პროექტირება, უსაფრთხოება, ეკონომიურობა.*

1. შესავალი

კაცობრიობის პროგრესი ალტერნატივის გარეშეა, ხოლო მისი ერთ-ერთი უმთავრესი კომპონენტია გადატანილი ტვირთებისა და გადაყვანილი მგზავრთა რაოდენობის განუხრელი ზრდა, ანუ სატრანსპორტო პროცესის პერმანენტული განვითარება. შესაბამისად ტრანსპორტი, ენერგეტიკასა და კავშირგაბმულობასთან ერთად რჩება მსოფლიო გლობალური, რეგიონული და რაიონული მაშტაბების ეკონომიკის საფუძვლად. ეკონომიკის ეს სამი დარგი ერთმანეთთან დაკავშირებულია და ფაქტიურად ერთიანი სისტემაა, ვინაიდან კაცობრიობის პროგრესს განსაზღვრავს მგზავრების, ტვირთების და ინფორმაციის გადაადგილებაზე ზრდადი მოთხოვნის დაკმაყოფილება, ასევე ზრდადი მოთხოვნებით უსაფრთხოების, ეკონომიურობისა და ეკოლოგიურობის მიმართ.

აქედან გამომდინარე, პროგნოზირებად მომავალში შენარჩუნებული იქნება მასიური ტრანსპორტის ძირითადი სახეობები: საავტომობილო, სარკინიგზო, საჰაერო, წყლის და მილსადენი. ცივლიზაციის შემდგომი განვითარებისთვის აუცილებელია ტრანსპორტის რაციონალიზაცია და ეფექტურობის ზრდა, რომელიც ემყარება სატრანსპორტო საშუალებების და კომუნიკაციის ურთიერთზემოქმედებას, პირდაპირი და უკუკავშირების განხორციელებას იგივე მოთხოვნების, უსაფრთხოების, ეკონომიურობის და ეკოლოგიურობის დაცვით.

2. ძირითადი ნაწილი

მიუხედავად თითქმის საუკუნენახევრის ისტორიისა, ტერმინი ავტომობილი არ მოძველებულა. ლათინური წარმოშობის ეს ტერმინი მხოლოდ თვითმოძრავ სატრანსპორტო საშუალებას ნიშნავს და არ უნდა გავაიგივოთ აუცილებლად თბური ძრავით აღჭურვილ, პნევმატურ საბურავებიან ბორბლებით მოძრავ ურიკასთან. მომავლის მოთხოვნები აუცილებლად შეცვლის ძრავის ტიპს, დაკიდებისა და საყრდენ ზედაპირთან შეხების მექანიზმებს, მაგრამ ავტომობილი, საავტომობილო გზა და შესაბამისად საავტომობილო ტრანსპორტი დარჩება მგზავრებისა და ტვირთების გადაადგილების უმნიშვნელოვანეს საშუალებად, ვინაიდან შენარჩუნებული იქნება მისი ორი ძირითადი უპირატესობა: გადაადგილება მწარმოებლიდან მომხმარებლამდე სხვა სახის ტრანსპორტის გამოყენების გარეშე და ინდივიდუალურ სატრანსპორტო საშუალებათა ფლობა მოსახლეობის ფართო ფენებისთვის.

აშკარაა, ნახშირწყალბადებზე მომუშავე მილიარდამდე რაოდენობის თბური ძრავა შეიცვლება უფრო ეკონომიური სახეობებით [1]. სავარაუდოდ, ჯერ ჰიბრიდული, მერე კი ელექტრული, გირო და ა.შ. ამძრავებით, როგორც ცნობილია [2,3] ბორბალი, მუდმივ კონტაქტშია საყრდენ ზედაპირთან, შესაბამისად მისი გორვის წინააღმდეგობის შემცირებისათვის საჭიროა მტკიცე, სწორი, ცვეთამედეგი, მქისე-ხორკლიანი ფენილის მქონე საგზაო სამოსი, რაც ძალზე ძვირია. ამიტომ მომავალში ბორბალი შეიცვლება სხვა კონსტრუქციით მაგ: ფეხის ანალოგით, ჰაერის ბალიშით და ა.შ. მაგრამ, ინდივიდუალური და საზოგადოებრივი ფლობის ავტომობილთა ინტენსიური ნაკადები კვლავ დარჩება და მათ გადასაადგილებლად კვლავ იქნება საჭირო დედამიწის ზედაპირზე მოწყობილი საგზაო ვაკისი დიდი სიგანის მრავალზოლიანი სავალი ნაწილითა და მნიშვნელოვანი მუშა ნიშნულებით. იგივე დარჩება სატრანსპორტო საშუალებათა მდგრადობის უზრუნველყოფის მოთხოვნები ცენტრიდანული ძალების, გრძივი, განივი და ვერტიკალური აჩქარებების აუცილებელი გათვალისწინებით [4,5].

მართვადობის თვალსაზრისით, ახალი თაობის ინდივიდუალური სატრანსპორტო საშუალების ელექტრონულ და სხვა პროგრესულ მოწყობილობათა გამოყენებით გზა უფრო საიმედო გახდება. შემცირდება საგზაო სატრანსპორტო შემთხვევათა რაოდენობა, ვინაიდან გაიზრდება სისტემა მძღოლი-ავტომობილი-გზა-გარემოს ოპერატორის ადამიანის საიმედობა პირველ რიგში ელექტრონული მხედველობის მოწყობილობათა დანერგვით [6,7].

მოძრაობის უსაფრთხოების გაუმჯობესების გარდა აუცილებელი გახდება ეკონომიკურობის უზრუნველმყოფი ძირითადი პირობების განუხრელი დაცვა: დიდი ინტენსივობის სატრანსპორტო ნაკადების გადაადგილებისას შემოთავაზებული საპროექტო ვარიანტებიდან, არჩევანის გადამწყვეტი ფაქტორი იქნება მოძრავი შემადგენლობისათვის შესაძლოდ მცირე სატრანსპორტო ხარჯების უზრუნველყოფა რაციონალური ტრასირებით, გზის განივი პროფილის პარამეტრებით და მოწყობა-გაფორმების ელემენტებით. მცირე ინტენსივობის სატრანსპორტო ნაკადების პირობებში, უპირატესობა მიეკუთვნება გზის საპროექტო ვარიანტს რომელიც უზრუნველყოფს მშენებლობასა და ექსპლუატაციის მინიმალურ დანახარჯებს. საშუალო ინტენსივობის ნაკადებისათვის ოპტიმალური ვარიანტი შეირჩევა ვარიანტების საფუძვლიანი ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების შედეგად.

მიზანშეწონილია პირველ რიგში ვუზრუნველვყოთ რაციონალური ტრასირება, ვინაიდან ცნობილია, რომ დაპროექტებისას დაშვებული ტრასირების შეცდომების გამოსწორება, გზის ექსპლუატაციის მთელ პერიოდში პრაქტიკულად შეუძლებელია [3,8,9]. ამ მოსაზრების უტყუარობის შესანიშნავი მაგალითია საერთაშორისო ავტომაგისტრალი E-60-ის ნატახტარი-ხაშურის ნაწილზე, იგოეთი- სვენეთის მონაკვეთზე, ერთიმეორესთან სისტემური კავშირის სრული იგნორირებით განლაგებული ვერტიკალური და ჰორიზონტალური მრუდები, რის შედეგადაც ამ მონაკვეთზე ყოველი მომდევნო მონაკვეთი უკანა მონაკვეთის აბსოლუტურად არალოგიკური გაგრძელებაა. ეს კი საგზაო უბედური შემთხვევათა უზარმაზარი პოტენციური რისკის მატარებელია საანგარიშო სიჩქარით მოძრაობისას. ამ რისკის შესამცირებლად აუცილებელია სიჩქარის მკვეთრი შეზღუდვა. ეს კი აბსოლუტურად მიუღებელია ავტომაგისტრალის სტატუსის მქონე გზისათვის.

ანალოგიური მაგალითია მარაბდა-ახალქალაქის სარკინიგზო ხაზი, რომელიც დაპროექტდა როგორც შიდა სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის კომუნიკაცია. ბაქო-თბილისი-ყარსის მიმართულების გახსნაზე საერთაშორისო

შეთანხმებამ საჭირო გახადა გრძივი ქანობების შემცირება, რაც ტრასის გეგმისა და გრძივი პროფილის ელემენტების ცვლილების გარეშე შეუძლებელია. ამ ცვლილებათა შეტანა მრავალ ეკონომიკურ, სოციალურ, ეკოლოგიურ პრობლემებთანაა დაკავშირებული, რომელთა გადალახვის მცდელობა რამდენიმე წელიწადია მიმდინარეობს მეტად მცირე წარმატებით. იგივე შეიძლება ითქვას თბილისის შემოვლით სარკინიგზო მაგისტრალზე, რომლის დაპროექტებისას დაშვებული იქნა უხეში შეცდომა გრძივ პროფილის სახელმძღვანელო ქანობის შერჩევაში. ამ შეცდომას გამოსწორებდა რკინიგზის ხაზის გეგმის შეცვლა, რაც გამოიწვევს უკვე აშენებული ხელოვნური ნაგებობების უფუნქციოდ დატოვებას, რაც მეტად დიდ ეკონომიკურ დანახარჯებთანაა დაკავშირებული, იმავდროულად ასეთ სიტუაციებში მოსალოდნელია სოციალური და ეკოლოგიური მოთხოვნების სხვა მნიშვნელოვანი გართულებებიც.

3. დასკვნა

პროგნოზირებად მომავალში საავტომობილო გზის დაპროექტების პროცესში პირველ პლანზე იქნება დიდი ინტენსივობის სატრანსპორტო ნაკადების უსაფრთხო გადაადგილება და მათზე მოქმედი მოძრაობის წინააღმდეგობისა და სხვა მექანიკური ძალების მინიმუმამდე დაყვანით, ყოველგვარ ბუნებრივ პირობებში მუშაობისათვის გათვალისწინებული საგზაო ვაკისის რაციონალური სახეობების შექმნით ეკოლოგიური მოთხოვნების სრული დაცვით.

ეს პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალური იქნება რთული რელიეფის, გეოლოგიის, ჰიდროლოგიის, კლიმატის პირობებში მყოფი ქვეყნებისათვის, მათ შორის საქართველოსათვისაც, სადაც რელიეფი რთულია, გეოგრაფიული პირობები რთული და მრავალფეროვანი, სეისმიკა და ვერტიკალური ზონალობა კიდევ უფრო ართულებენ ბუნებრივი პირობებისაგან გამომდინარე რისკებს. ამის გარდა, რთული გეოპოლიტიკური ვითარება საქართველოში კიდევ უფრო აძლიერებს რისკებს დივერსიულ აქტებისა და საომარი მოქმედებებისაგან.

აუცილებელია ფართოდ გამოყენებული იქნას პროექტირების რაციონალური მეთოდები: პირველ რიგში, ავტომობილთა შემხვედრი ნაკადების ცალკე ტრასირება. როგორც ცნობილია [3,8,9] ეს ერთდროულად უზრუნველყოფს მიწის ვაკისისა და ხელოვნური ნაგებობების მოცულობათა შემცირებას, ზრდის მოძრაობის უსაფრთხოებას შემხვედრი ნაკადების განცალკევების გამო, ამცირებს სატრანსპორტო დანახარჯებს აღმართებზე და დაღმართებზე გრძივი ქანობების რაციონალური სიდიდეების გამოყენებით, ამცირებს ამოზნექილი ვერტიკალური მრუდეების რადიუსებსა და მხედველობის მინიმალურად საჭირო მანძილებს.

ლიტერატურა

1. В. Демидов. Магистрали пяти измерении. М. изд. Знание, 1973г, стр.157
2. Автомобильные системы узлЫ и материалы, нормативы НИИАТ М.1994 г, 115 стр.
3. კ. მჭედლიშვილი, ა. ბურდულაძე და სხვ. საავტომობილო გზების დაპროექტების საფუძვლები. სტუ თბილისი 2016, გვ.325.
4. Е. Чудаков Боковая устройгивость автомобилия при торможении. М. Машгиз 1925г, 125 стр.
5. Т. Двали, В. Махалдиани. Механическая тяга в горной местности. М. Наука 1970г, 280 стр.
6. კ.მჭედლიშვილი, ლ. იმნაიშვილი, მ.ფოლადაშვილი. ვიზუალური ინფორმაციის ელექტრონული ჩანაცვლება საავტომობილო გზების დაპროექტებაში. ჟურნალი ბიზნესინჟინერინგი, N3 თბილისი 2013წ. 5 გვ.
7. კ.მჭედლიშვილი, მ.ელიზბარაშვილი, პ. ელიზბარაშვილი. ტრანსპორტის მართვის ავტომატიზებული სისტემის ჩამოყალიბების საკითხისათვის. ჟურნალი „ტრანსპორტი და მანქანათმშენებლობა“. N2(33) 2015. სტუ თბილისი გვ. 195-199.
8. В. Бабков. Дорожние условия и безопосность движения. М. Транспорт. 1978г. 287 стр.
9. H. Lorentz. Trassierung und Gestaltung. Munchen 1987, 478p.

ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი გამწმენდი ეკოსისტემების შესახებ

ნ. ნებიერიძე

(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0175, თბილისი, მ. კოსტავას ქ.№77)

რეზიუმე: *განხილულია ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი გამწმენდი ეკოსისტემების მოწყობისა და წმენდის მეთოდოლოგია, როგორც ჩამდინარე წყლების გაწმენდის თანამედროვე ტექნოლოგიების შესაძლო ალტერნატივა. ამ მოტივით ნაშრომი საინფორმაციო-გაცნობით ხასიათს ატარებს.*

საკვანძო სიტყვები: *ჩამდინარე წყლები, ბუნებრივი გამწმენდი ეკოსისტემები, წმენდის მეთოდოლოგია.*

1. შესავალი

თანამედროვე მდგომარეობით მნიშვნელოვნად მომატებულია ქალაქების და დასახლებული ადგილების ურბანული ტერიტორიების მიმდებარე გარემოს დაბინძურების საფრთხე, რადგან ამ ტერიტორიებიდან ფორმირებული ჩამდინარე წყლებით მათი არასათანადო გაწმენდის ან გაუწმენდავად ჩაშვების შემთხვევაში ინტენსიუტრად შეიძლება დაბინძურდეს წყალსატევები (მდინარეები ტბები და ა.შ). ამასთან დაკავშირებით ადამიანის სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო მოღვაწეობის შედეგად ზედაპირული წყლების გამოყენებით შეიძლება გავრცელდეს სვადასხვა სახის პათოგენები ნიადაგსა და ატმოსფეროში (აეროზოლების სახით). აღიშნულიდან გამომდინარე ჩამდინარე წყლები წყალსატევში ჩაშვებამდე შესაბამისად უნდა დამუშავდეს (გაიწმინდოს) ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციის ფარგლებში და ისე ჩაიშვას.

ნაშრომში საინფორმაციო-გაცნობის თვალსაზრისით ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი გამწმენდი ეკოსისტემის შესაძლო მეთოდებია წარმოდგენილი.

2. ძირითადი ნაწილი

ცნობილია, ჩამდინარე წყლების ზოგადი შემადგენლობა დამაბინძურებლების კონცენტრაციის ხარისხობრივი შეფასებების (სუსტი, საშუალო, ძლიერი) მიხედვით - (ცხრ.1):

ცხრილი 1. ჩამდინარე (საკანალიზაციო) წყლის ზოგადი შემადგენლობა

		კონცენტრაცია		
დამაბინძურებლები	**ერთეული**	**სუსტი**	**საშ.**	**ძლიერი**
მყარი, მთლიანად (მმ)	მგ/ლ	350	720	1200
გახსნილი , მთლიანად (გმ)	მგ/ლ	250	500	850
ფიქსირებული	მგ/ლ	145	300	525
აქროლადი	მგ/ლ	105	200	325
შეწონილი მყარი ნივთიერებები (შმნ)	მგ/ლ	100	220	350
ფიქსირებული	მგ/ლ	20	55	75
აქროლადი	მგ/ლ	80	165	275
გამოლექვადი მყარი ნივთიერება	მგ/ლ	5	10	20
BOD_5 20° C -ზე	მგ/ლ	110	220	400
საერთო ორგანული ნახშირბადი	მგ/ლ	80	160	290
ჟანგბადი	მგ/ლ	250	500	1000
აზოტი (საერთო N)	მგ/ლ	20	40	85
ორგანული	მგ/ლ	8	15	35

თავისუფალი ამიაკი	მგ/ლ	12	25	50
ნიტრიტები	მგ/ლ	0	0	0
ნიტრატები	მგ/ლ	0	0	0
ფოსფორი (საერთო P)	მგ/ლ	4	8	15
ორგანული	მგ/ლ	1	3	5
არა ორგანული	მგ/ლ	3	5	10
ქლორიდები	მგ/ლ	30	50	100
სულფატები	მგ/ლ	20	30	50
კარბონატული ტუტიანობა ($CaC0_3$)	მგ/ლ	50	100	200
ცხიმი	მგ/ლ	50	100	150
კოლი ბაქტერიები	CFU 100 მლ$^{-1}$	106-107	107-108	108-109
აქროლადი ორგანული ნაერთები	მგ/ლ	<100	100-400	>400

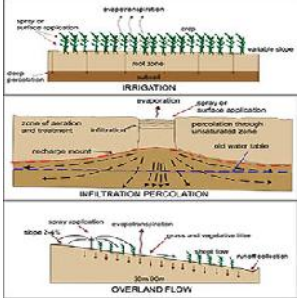
მსოფლიოში ჩამდინარე წყლების გაწმენდის და მართვის მრავალი მეთოდია შემუშავებული. ზოგიერთი კი შემუშავების პროცესშია. ძველთან შედარებით ეს მეთოდები ეკოლოგიური, ეკონომიური და საზოგადოებრივი კუთხით გაუმჯობესებულია. გასუფთავების ახალი მეთოდები ბუნებრივ პროცესებს ეფუძნება და მდგრადობით გამოირჩევა, რასაც ვერ ვიტყვით იმ მეთოდებზე, რომლებიც დიდ ენერგიას საჭიროებს ან ქიმიურ კომპონენტებს იყენებს. (ცხრ.2).

ცხრილი 2. ქალაქის და სოფლის ჩამდინარე წყლების გაწმენდა

ქალაქის	სოფლის
ხელოვნური ჭაობი	ინდივიდუალური სახლები
მემბრანული ბიო-რეაქტორი	განვითარებული გამწმენდი სისტემა
მცირე დიამეტრის შემკრები სისტემები	ბიოტუალეტები
კანალიზაციის და მიწისქვეშა წყლების სისტემები	საერთო და კლასტერული სისტემები
შლამის და სეპტიკური ნარჩენების გაწმენდის მეთოდები	-

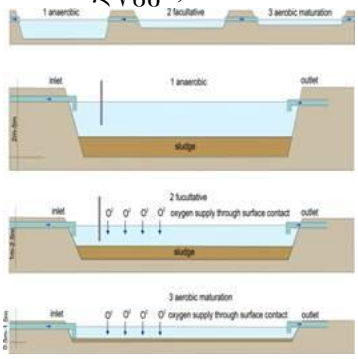
ჩამდინარე წყლის გამწმენდი ტრადიციული სისტემების ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესების ერთობლიობას წარმოადგენს, რომელიც ხელოვნურ გარემოში მიმდინარეობს. მისი მიზანი კი ჩამდინარე წყლიდან მყარი ნაერთების, ორგანული მასალის და თუნდაც საკვები ნარჩენების მოცილებაა. გაწმენდის ბუნებრივი სისტემები ჩამდინარე წყლების დაშლის ბუნებრივი პროცესების იმიტაციას ახდენენ და ხელს უწყობენ მავნე ნივთიერებების მოცილებას. როდესაც ბუნებრივი სისტემები ინტეგრირებულია ლანდშაფტთან ან შენობის დიზაინთან, ჩვეულებრივ გამწმენდ სისტემებთან შედარებით, ზოგადად, გამწმენდი ბუნებრივი სისტემები, ჩვეულებრივთან შედარებით, წარმოადგენენ ალტერნატივას, რომელიც გარემოსთან ადაპტირებული, არა აგრესიული, ნაკლები დანახარჯის მქონეა. ისინი მცირე დასახლებებსა და ქალაქგარეთ რაიონებში (სადაც მიწის ფასი ხელმისაწვდომი და დაბალია), იდეალურად წმენდენ ჩამდინარე წყლებს.

ბუნებრივი გამწმენდი სისტემები ოთხ ტიპად იყოფა [1-5]:



სურათი1. მიწის დაფენის მეთოდები

1. მიწისზედა გამწმენდი მეთოდები. გაწმენდის მეთოდები ეფუძნება ნიადაგის მატრიცის ზედაპირსა და მის შიგნით მიმდინარე ფიზიკურ, ქიმიურ და ბიოლოგიურ რეაქციებს. წინასწარი გასუფთავების შემდეგ, ჩამდინარე წყლები გროვდება ნიადაგში (აქ შეიძლება იყოს მცენარეული საფარი, ან არ იყოს). ტექნოლოგიები მოიცავს ნელი ტემპის, სწრაფი ინფილტრაციისა და სახმელეთო ნაკადის სისტემებს, ასევე ამ ტიპის კომბინაციებს. მცირე სიჩქარის და სახმელეთო ნაკადის მეთოდების დროს მცენარეული საფარი გაწმენდის მნიშვნელოვანი კომპონენტია, მაშინ როცა სწრაფი გაფილტვრისას მცენარეული საფარი აუცილებელი არ არის;
2.ჩამდინარე წყლების მდგრადი აუზები. ასეთი სისტემები ღია ტიპის აუზებს წარმოადგენენ. მათი გამწმენდი ფუნქცია დამოკიდებულია მზის სინათლეზე, მიკრობთა ცხოველქმედებაზე, ცხოველების და მცენარეების უმდაბლეს ფორმებზე. ორგანული ნივთიერებები ბუნებრივად ანუ, ბიოლოგიურად იშლება. ბაქტერიების და წყალმცენარეების მოქმედებით ჩამდინარე წყლები სტაბილიზირდება და მათი პათოგენურობა მცირდება. ზოგადად, ნარჩენების ორგანული ნაწილი უფრო სტაბილურ ფორმად გარდაიქმნება ხოლმე. მდგრადი აუზი, შეიძლება რამდენიმე სახის იყო: საკანალიზაციო, ჟანგვა-აღდგენითი, მომწიფებადი, ანაერობული, აერობული, აერირებადი. აუზის სახეობიდან გამომდინარე, ის ფართო მიზნებისთვის შეიძლება გამოიყენებოდეს. მათი გამოყენება ჩამდინარე წყლების გაწმენდის სხვა მეთოდებთან ერთადაც შესაძლებელია;
3.წყალმცენარეული სისტემები. ისინი თითქმის მდგრადი აუზების მსგავსია. განსხვავება იმაშია, რომ ჩამდინარე წყლებს თავიანთი შემცველობითაც (მცენარეები და ცხოველები) ასუფთავებენ. ასეთი სისტემა შეიძლება გაიყოს ორ ნაწილად, წყალს ზევით მოტივტივე და წყალქვეშა მცენარეები. მათი ფესვების ფართო სისტემა წარმოქმნის სუბსტრატს მიკროორგანიზმების ზრდისთვის. ეს კი დამაბინძურებელი ნივთიერებების მოცილებას უწყობს ხელს, რითაც წყლის სიწმინდის საუკეთესო ხარისხი მიიღწევა;

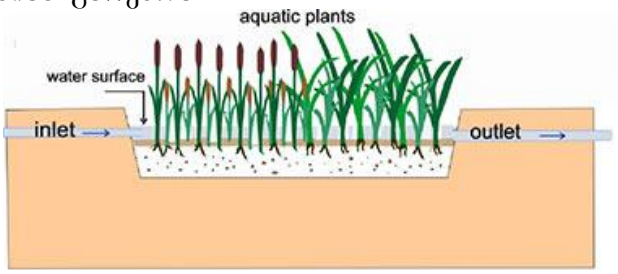


სურათი 2. მდგრადი აუზის ტიპები

4. ხელოვნური ჭაობი. ხელოვნური ჭაობი ადამიანის მიერ შექმნილი სისტემაა, რომლის ფუნქციაც ბუნებრივი ჭაობის მსგავსად დამაბინძურებელი აგენტების ჩამოშორებაა. ამ მიზნის მისაღწევად იმიტირებულ ჭაობში მთელი რიგი ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესები მიმდინარეობს. ეს პროცესები ეფუძნება წყლის, ნიადაგის, ატმოსფეროს და მიკრო-ორგანიზმების ურთიერთქმედებას. ჭაობის მცენარეები მძიმე მეტალების და სხვა ტოქსიკური ნაერთების გაუვნებელყოფასა და საკვები ნივთიერებების შენარჩუნებაში სასიცოცხლო ფუნქციას ასრულებენ. ჩვეულებრივი ლერწამი (Phragmites australis) და ღაქაში (Typha latifolia, T. angustifolia) ჭაობის მცენარეთა სახეობის ეფექტურ მაგალითს წარმოადგენენ, რომლებსაც შეუძლიათ კარგად შთანთქან დამაბინძურებლები და ამიტომ წარმატებით გამოიყენებიან ხელოვნურ ჭაობში.

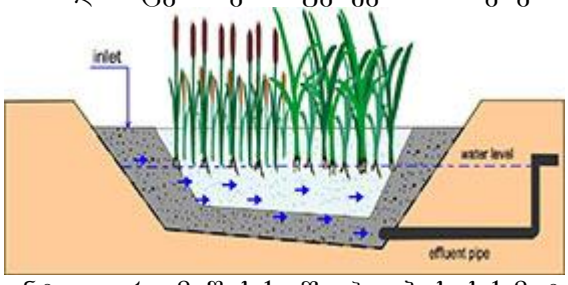
არსებობს ხელოვნური ჭაობის ყველაზე გავრცელებული სამი ტიპი: თავისუფალი წყლის ზედაპირის სისტემები, ჰორიზონტალური მიწისქვეშა ნაკადის სისტემები და ვერტიკალური ნაკადის სისტემები:

1.თავისუფალი წყლის ზედაპირის ხელოვნური ჭაობი. ასეთი ჭაობები შედგებიან ერთი ან მეტი მცენარეული ზედაპირის მქონე ჰერმერტული აუზებისგან ან არხებისგან (40 დან 60 სმ სიღრმის). ისინი ამოვსებულია ნიადაგით, სადაც ჩარგულია მცენარეები (მაგ. ლერწამი, ისლი, ჭილი და ლაქაში) და აღჭურვილია შესაბამისი შემშვები და გამომშვები სტრუქტურებით. ჩამდინარე წყლებზე აღწევს 10-დან 30სმ-დე და 45 სმ სიღრმეშიც კი. მასზე მოქმედებს ატმოსფერული ჰაერი, ქარი და მზის პირდაპირი სხივები. ჭაობის ქვედა ნაწილში ანაერობული ზონები ჭარბობს. ზედაპირთან არის აერობული ზონა, რომლის ჟანგბადით გამდიდრება ატმოსფეროდან ხდება, რასაც ხელს უწყობს მცენარეების ქარით გამოწვეული მოძრაობა. ჩამდინარე წყლები ჭაობის გავლით მიედინება და დამაბინძურებლების მოცილებას ერთდროულად ხელს უწყობს ფიზიკური, ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესები. წყლის ქვეშ არსებული ნიადაგის ფენა ასევე ანაერობულია, მცენარეების ფესვები გამოყოფენ ჟანგბადს, რითაც ქიმიური და ბიოლოგიური პროცესებისთვის ქმნიან გარემოს.



სურათი 3. თავისუფალი წყლის ზედაპირის ჭაობი

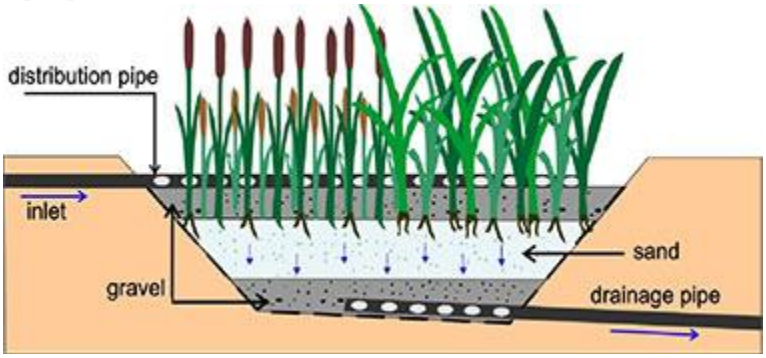
2. ჰორიზონტალური მიწისქვეშა ნაკადის ჭაობი. ასეთი ჭაობი ქვიშით და ხრეშით ამოვსებული დიდი ზომის არხია, სადაც წყალმცენარეებია ჩარგული. არხი 0.5-დან 1მ-დე სიღრმისაა (3–32 მმ დიამეტრი) და ამოფენილია წყალგაუმტარი ფენით (თიხა ან წყალგაუმტარი მემბრანები), რათა თავიდან იქნეს აცილებული გამორეცხვა. ჩამდინარე წყალი რჩება ფოროვანი არის ქვეშ, გაედინება ფორებში ფესვებისა და ფესვაკების გავლით. ფართე შესასვლელი ზონა უზრუნველყოფს წყლის მაქსიმალური მოცულობის შედინებას. ქვედა ნაწილზე ეს დაახლოებით 1%-ია. რაც შეეხება მცენარეებს, ნებისმიერი მცენარე ღრმა და ფართო ფესვებით, რომლებიც კარგად ეგუებიან სველ და საკვები ნივთიერებებით მდიდარ გარემოს, ზემოთ აღწერილი ჭაობის ტიპში კარგად ხარობს. ჩამდინარე წყლები, გამფილტრავ მასალასთან და მცენარეთა ფესვებთან შეხებისას, იწმინდება.



სურათი 4. ჰორიზონტალური მიწისქვეშა ჭაობის სქემატური ილუსტრაცია

3.ვერტიკალური ნაკადის ხელოვნური ჭაობი. ასეთი ჭაობი წყალმცენარეებიან გამფილტრავ არხებს წარმოადგენს. ჩამდინარე წყლები ჭაობში შედის ნახვრეტებიანი მილების ქსელის მეშვეობით. ეს კი მთელ სივრცეზე წყლის თანაბარ მიწოდებას უზრუნველყოფს. წყალი სიმძიმის ძალის და ფილტრების მატრიცის გავლით ქვემოთ მიედინება. შემდეგ ის მიაღწევს დრენაჟის ფენას

(სურათის ქვედა ნაწილი), რომელიც შეიცავს ფორებიან შემკრებ და აირაციისთვის განკუთვნილი მილების ქსელს. არხში სხვადასხვა გრადაციის მრავალი ფენაა. არხის ახლოს მდებარე პირველი ფენა შეიცავს ხრეშს, რომელიც დრენაჟისთვის გამოიყენება (20 სმ სისქის მაინც უნდა იყოს). ფენის ზედა ნაწილი გრძელდება ხრეშით და ქვიშით (ზედაპირული ფენის სისქე უნდა იყოს 10-30სმ). ფენის ზედა ნაწილში მცენარეებია დარგული, რომლებიც ფესვების ფართო და ღრმა სისტემით ფილტრში გაივლის. საერთო სიღრმე მერყეობს 0.90 მ-დან 1.20 მ-დე. დრენაჟისთვის აუცილებელია არხის დახრილობა 1% იყოს. ვერტიკალური ნაკადის ხელოვნური ჭაობი შეიძლება ფუნქციონირებდეს: წყვეტილ ნაკადთან, ქვედა ნაწილისკენ მიმართულ გაუჯერებელ ნაკადთან, გაჯერებულ ქვემოთ ან ზემოთ მიმართულ ნაკადთან და მოქცევად ნაკადთან ერთად. ამ სისტემაში შეინიშნება ჩარეცხვის და შრობის ფაზები. კლიმატიდან გამომდინარე, ჰრაგმიტეს აუსტრალის, თყჰჰა ლატიფოლია ან ცჰინოცჰლოა ყრამიდალის ხშირი არჩევანია. მნიშვნელოვანი განსხვავება ვერტიკალურ დინებასა და ჰორიზონტალურ ზედაპირქვეშა დინებას შორის არის არა უბრალოდ დინების ტრაექტორია და მიმართულება, არამედ უფრო შევსებისა და გაშრობის ციკლები და გაუმჯობესებული ანაერობული პირობები ვერტიკალური დენის შემთხვევაში, ეს ის ფაქტორებია, რომლებსაც მივყავართ ფართობის მოთხოვნილების შემცირებისაკენ [1-5].



სურათი 5. ვერტიკალური ნაკადის ხელოვნური ჭაობის სქემა

ხელოვნური ჭაობის გამწმენდი მექანიზმები. ხელოვნური ჭაობი ბუნებრივ პროცესებს (ჭაობის მცენარეები, ნიადაგი, მიკრობული ცხოველქმედება) მეტად კონტროლირებულ გარემოში იყენებს, რათა უზრუნველყოს დამაბინძრებლების ეფექტური ჩამოშორება. ძირითადი გამწმენდი მექანიზმები შეიძლება დაიყოს აბიოტურ (ფიზიკური და ქიმიური) და ბიოტურ (ბიოლოგიურ) პროცესებად. ხელოვნურ ჭაობში დამაბინძურებლების მოცილებაზე პასუხისმგებელი შემდეგი აბიოტური პროცესებია:

- დალექვის პროცესები, რომლებიც მყარი და შეწონილი ნაწილაკების მოცილებას შეუწყობს ხელს.
- ადსორბციის და აბსორბციის პროცესები, რომლებიც მცენარეთა ზედაპირზე მიმდინარეობენ. აღნიშნული პროცესების შედეგად ხდება სუბსტრატების, დანალექი ნივთიერებების, გადაყრილი ნაგვის და სხვა დამაბინძურებლების მოკლევადიანი შეკავება ან გრძელვადიანი იმობილიზაცია.
- ქიმიური ჟანგვა-აღდგენა, დალექვა, სადაც მძიმე მეტალები გადადიან უხსნად მყარ ფორმებში და სუბსტრატთან წყლის შეხებისას, არააქტიურ მდგომარეობაში არიან.
- მზის სხივებით გამოწვეული ფოტოდეგრადაცია, დაჟანგვა და ნივთიერებათა დაშლა.
- აქროლადი ნაერთების აირად მდგომარეობაში გადასვლისას, ხდება აორთქლება.

- შესაბამისი ბიოტური პროცესები არის:
- აერობულ/ანაერობული ბიოდეგრადაცია მიკროორგანიზმების მეტაბოლიზმის შედეგად;
- არაორგანული ელემენტების ფიტო-აკუმულირება;
- ფიტო-სტაბილიზირება - მცენარეთა ფესვების მიერ არაორგანულ ელემენტთა შთანთქმა;
- მცენარეებში ფერმენტების მიერ გადატანილი ორგანული და არაორგანული დამაბინძურებლების ფიტო-დეგრადაცია.
- ორგანული და არაორგანული დამაბინძურებლების ფიტო-დეგრადაცია, რომლებიც აორთქლების პროცესში მცენარეებში შედიან მცენარეების მიერვე წარმოებული ფერმენტების მეშვეობით.
- მცენარეების მიერ გამოწვეული რიზო-დეგრადაცია, რომელიც შემდგომ იწვევს ორგანული ნაერთების მიკრობულ დეგრადაციას.
- ფიტო აორთქლება/აორთქლება ხდება მცენარეთა ფოთლების მიერ.

ცხრილი 3. ზოგიერთი დამაბინძურებლის მოცილების მექანიზმი

დამაბინძურებლების მოცილება	*პროცესი*
ორგანული	ბიოდეგრადაცია,დალექვა, მიკრობული ცხოველქმედება
შეწონილი ნაწილაკები	დალექვა, გაფილტვრა
აზოტი	დალექვა, ნიტრიფიკაცია/დენიტრიფიკაცია, მიკრობული ცხოველქმედება, მცენარეებით შთანთქმა,გაზიფიკაცია
ფოსფორი	დალექვა, გაფილტვრა, ადსორბცია, მცენარეული და მიკრობული ცხოველქმედება
პათოგენები	ბუნებრივი სიკვდილი, დალექვა, გაფილტვრა, უფ დეგრადაცია, ადსორბცია
მძიმე მეტალები	დალექვა, ადსორბცია, შთანთქმა მცენარეებით
ორგანულინაერთები (პესტიციდები და ა.შ.)	ადსორბცია,გაზიფიკაცია,ფიტოლიზი, ბიოტური/აბიოტური დაშლა

3.დასკვნა

განხილულია ჩამდინარე წყლების ბუნებრივი გამწმენდი ეკოსისტემების მოწყობისა და წმენდის მეთოდოლოგია, როგორც ჩამდინარე წყლების გაწმენდის თანამედროვე ტექნოლოგიების შესაძლო ალტერნატივა. ამ მოტივით ნაშრომი საინფორმაციო-გაცნობით ხასიათს ატარებს.

ლიტერატურა

1. **Angelakis A. N. and Tchobanoglous G., 1995, Municipal Wastewaters: Natural Treatment Systems, Reclamation and Reuse and Disposal of Effluents, Crete University Press, pp. vii (in Greek).**
2. **Reed S., Middlebrooks E. and Crites R., 1995, Natural Systems for Waste Management and Treatment, McGraw Hill.**
3. **http://meteo.gov.ge/about-agency**
4. **Integrated Assesment Study, Turkish part. 2014. Ilia State University Publisher.**
5. **Integrated Assesment Study, Romanian part. 2014. Ilia State University Publisher.**

აკუსტიკურ–დეკორატიული მასალების წარმოება და გამოყენება საქართველოს სამშენებლო ინდუსტრიაში

მ. ჯავახიშვილი, ჯ. სამხარაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას 77, 0175 თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *სტატიაში განხილულია საქართველოში აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალების წარმოება, მათი მახასიათებლები და გამოყენება, განხილულია აგრეთვე აღნიშნული ტიპის მასალების წარმოების სამომავლო შესაძლებლობები.*

საკვანძო სიტყვები: *ხმაური, აკუსტიკა, აკუსტიკური მასალები.*

1. შესავალი

თანამედროვე მსოფლიოს სამშენებლო ბაზარზე მრავალი ტიპის აკუსტიკურ-დეკორატიული მასალა არსებობს, რომლებიც არა მარტო იმის საშუალებას გვაძლევენ რომ მივაღწიოთ საჭირო აკუსტიკურ მახასიათებლებს, არამედ წარმოდგენილები არიან სხვადასხვა სასურველ ფერებში, ზომებსა და ფორმებში, რაც გვეხმარება საბოლოო ჯამში უზრუნველვყოთ ჩვენი სივრცის ვიზუალური დახვეწილობა. შესაძლოა მიგვაჩნდეს რომ აკუსტიკური მასალების გამოყენება მხოლოდ კინოთეატრებში, ოპერაში ან ხმის ჩამწერ სტუდიებისთვის იყოს რელევანტური და მათი წარმოება არც ისეთ დიდ მასშტაბებს აღწევდეს, თუმცა ეს ასე არ არის, რადგან არასასურველი ხმაური ნებისმიერი საოფისე, საცხოვრებელი თუ სხვა ტიპის სივრცეების ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემატური საკითხია და თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ ხმაური მეტად უარყოფითად მოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობასა და შრომის ნაყოფიერებაზე აღნიშნული მასალების წარმოება მეტად მომგებიანიცაა, რადგან როდესაც საფრთხე ადამიანის სიცოცხლესა და ჯანმრთელობას ემუქრება, ნებისმიერი ინდივიდი ფსიქოლოგიურად უფრო მეტს გადაიხდის ვიდრე სხვა მასალის შემთხვევაში.

2. ძირითადი ნაწილი

მიუხედავად იმისა, რომ თანამედროვე საქართველოს სამშენებლო ბაზარი საკმაოდ მაღალი ზრდის ტემპით ხასიათდება, სადაც სხვადასხვა კომპანიები ერთმანეთს ეჯიბრებიან შექმნან უკეთესი შენობები ახალი თანამედროვე მასალებისა და ტექნიკური გადაწყვეტების გამოყენებით, აკუსტიკურ–დეკორატიული მასალების გამოყენება ძალიან იშვიათია, რაც განპირობებულია შემდეგი 3 უმნიშვნელოვანესი მიზეზით:

1) ხმაურისა და არასასურველი აკუსტიკის უარყოფითი ზემოქმედების მიმართ საზოგადოების დაბალი თვითშეგნება, რაც თავისთავად განაპირობებს აკუსტიკურ–დეკორატიული მასალების მიმართ მომხმარებლის დაბალ ინტერესს. თანამედროვე საბაზრო პირობებში კი მომხმარებელი კარნახობს შესაბამის სფეროს მოთხოვნებს და ცხადია მოთხოვნების არარსებობის პირობებში არც სამშენებლო და დეველოპერი კომპანიები იზრუნებენ თავიანთ მშენებლობას შემატონ რამე სიახლე აკუსტიკის მიმართულებით.
2) აკუსტიკურ–დეკორატიული მასალების შედარებით მაღალი ფასი, რაც უკავშირდება იმას რომ საქართველოს ბაზარზე ასეთი პროდუქცია ძირითადად იმპორტირებულია სხვადასხვა ქვეყნებიდან, სადაც ამ პროდუქციის დამზადების ხარჯები მაღალია და საქართველოს ბაზარზე მყიდველების დაბალი მსყიდველობითუნარიანობის გამო მისდამი ინტერესი ძალიან დაბალია

3) საკანონმდებლო დონეზე მოთხოვნის არარსებობა, რადგან არ არსებობს მოთხოვნა, რომელიც განსაზღვრავს მინიმალურ აკუსტიკურ მოთხოვნებს. უფრო მეტიც, ასეთი მინიმალური მოთხოვნებიც რომც არსებობდეს, ძალიან დაბალია ზოგადად საქართველოს სამშენებლო სფეროში სახელწიფოს ან დამოუკიდებელი ორგანიზაციების მიერ რეალურად შესრულებული პროექტებისთვის ამ მოთხოვნების კონტროლი.

ზემოთ აღნიშნულ პრობლემებს ემატება ისიც, რომ საქართველოში აკუსტიკურ–დეკორატიული ნაკეთობების წარმოება ძალიან დაბალია, რაც თავისთავად განპირობებულია იმით, რომ საზოგადოების მხრიდან არ არსებობს შესაბამისი მოთხოვნა და მოთხოვნის არარსებობის პირობებში ძალიან ძნელია ნებისმიერი პროდუქციის წარმოების დაწყება, რადგან ბიზნესის წარმატებას თავისთავად განაპირობებს მისდამი მოთხოვნა და გაყიდული პროდუქციიდან მიღებული შემოსავალი.

საქართველოში აკუსტიკური მასალების წარმოების თვალსაზრისით შეგვიძლია განვიხილოთ პერლიტის ბაზაზე დამზადებული პროდუქცია. პერლიტი არის ვულკანური მინა, რომელსაც აქვს მეტად მნიშვნელოვანი თვისება, რაც გულისხმობს, რომ 1100-1150 გრადუს ცელსიუსზე მკვეთრი გაცხელების დროს მას უჩნდება ფორები, რაც თავისთავად განპირობებულია მასში არსებული წყლის მოლეკულების აორთქლებით და გაფართოებით, რის ხარჯზეც საბოლოოდ მკვეთრად იზრდება პერლიტის მოცულობა, სიმკვრივის შეუმცირებლად. პერლიტი ინდუსტრიაში ძირითადად ორი ფორმით გვხვდება: პერლიტის ნედლეული, რომელიც მზადდება პერლიტის დამსხვრევისა და შემდეგ ფრაქციონირების გზით და აფუებული პერლიტი, რომელიც მიიღება მაღალ ტემპერატურაზე აფუების შედეგად.

პერლიტი არის უნიკალური სამშენებლო მასალა, რომელსაც გააჩნია შემდეგი მნიშვნელოვანი თვისებები:

- თბოიზოლაციის მაღალი კოეფიციენტი
- ხმის კარგი იზოლატორი
- სიმსუბუქე და მაღალი წებოვნობა
- ეკოლოგიურად სუფთა
- არ აქვს რადიაციული ფონი
- მაღალი ხანძარსაწინააღმდეგო თვისებები
- მაღალიჰიდროფობული თვისებები;
- არ იშლება და არ ლპება
- არ ზიანდება მწერების და მღრღნელების მიერ

ზემოთ აღნიშნული თვისებების გამო, აფუებული პერლიტის ბაზაზე დამზადებული პერლიტის სამშენებლო მასალები მეტად ეფექტურია შენობის კონსტრუქციის მასის, თბო–დანაკარგების შემცირებისთვის და ხმის იზოლაციის გაზრდისთვის, რაც განპირობებულია მისი ფოროვან–მარცვლოვანი სტრუქტურის გამო, სწორედ ამიტომ, მისი გამოყენება უფროდაუფრო პოპულარული ხდება საქართველოს სამშენებლო სფეროში.

პერლიტის ნედლეულის ბაზაზე საქართველოში ძირითადად მიმდინარეობს პერლიტის ბლოკების, ბეტონის, და ცემენტის დამზადება.

საქართველოში პერლიტის ბლოკებს უკვე რამდენიმე კომპანია აწარმოებს, მათ შორის შპს „ ასტ“ და შპს „ჯეოპერლიტი“, რომელთაც უშუალო კონტაქტი აქვთ პერლიტის ადგილობრივ მწარმოებელთან და მისგან მოწოდებული ნედლეულის ბაზაზე ამზადებენ როგორც სატიხრე ბლოკებს ზომით 9*19*39 სმ, წონა 4-5 კგ, სიმტკიცე M25, ასევე პერიმეტრის ბლოკებს ზომით 19*19*39 სმ, წონა 8-10 კგ, სიმტკიცე M25.

პერლიტის ბლოკების ფასი საქართველოს ბაზარზე დაახლოებით 1.7–2.00 ლარია და უკვე ნაწილობრივ ანაცვლებს სხვადასხვა ტიპის პემზის თუ ქვიშა–ცემენტის ბლოკებს.

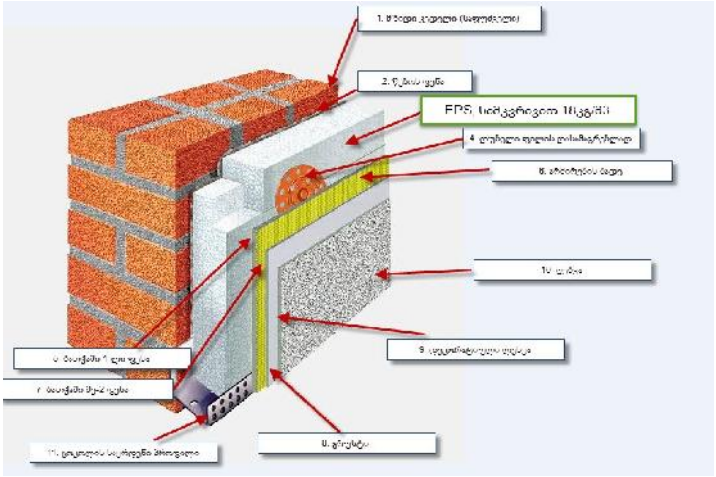
პერლიტის ბლოკების გარდა გვხდება ადგილობრივად წარმოებული პერლიტის ქვიშა, რომელიც იატაკების ხმის იზოლაციის კარგი საშუალებაა და ასევე პერლიტობეტონი, რომელსაც გარდა ხმისიზოლაციისა ასევე ძალიან კარგი ცეცხლმედეგობის და გამძლეობის თვისებები გააჩნია. თუმცა აღნიშნული პროდუქციის წარმოება შედარებით შეზღუდულია.

აკუსტიკური მასალების თვალსაზრისით შეგვიძლია განვიხილოთ შპს „ ბედეგის“ მიერ წარმოებული იზობლოკი, ზომით 19*19*39 სმ.

მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნული ბლოკის მთავარი დანიშნულება, მწარმოებლის განცხადებით, მართალია არის მისი თბოიზოლაციის მაღალი მახასიათებლები ჩვეულებრივ ქვიშა-ცემენტის ბაზაზე დამზადებულ ბლოკთან მიმართებაში, თუმცა იმის გამო რომ ბლოკის ბეტონის ფენებს შორის სივრცე შევსებულია აფუებული პოლისტიროლით, რომელიც თავისთავად არის ფოროვანი მასალა, შეგვიძლია დავასკვნათ რომ აღნიშნულ ბლოკს შეუძლია მოახდინოს ხმაურის დონის შემცირება.

თანდათანობით პოპულარული ხდება პოლისტიროლის გაფართოების და შემდეგ დაპრესვის მეთოდით დამზადებული ქართული EPS-ის ფილების გამოყენება, რომლის ერთ-ერთი მწარმოებელია შპს „GRC“. საიზოლაციო ფირფიტების დასამზადებლად საჭიროა დაახლოებით 2% ნედლეული, და მათი დაახლოებით 98% შედგება ჰაერისგან. ამ მასალის გამოყენება, თავისი დაბალი ღირებულების გამო, ეფექტურია ფასადის მოწყობისას, როდესაც დამკვეთს სურს დეკორატიული ლესვა და ამავდროულად კარგი ხმისა და სითბოს იზოლაცია.

ფასადის აღნიშნული სახით მონტაჟი საშუალებას გვაძლევს პირველ რიგში მივიღოთ მაღალი თბოიზოლაციის კოეფიციენტი, რადგან EPS ერთერთი ეფექტური თბოსაიზოლაციო მასალაა და ამავდროულად მნიშვნელოვნად შევამციროთ გარე ხმის არასასურველ ზემოქმედება შენობის შიგნით.



ჯამში, როგორც ვხედავთ, საქართველოში აკუსტიკური მასალების წარმოება მეტად შეზღუდულია და ძირითადად იგი ჩანაცვლებულია იმპორტირებული პროდუქციით.

3.დასკვნა

ჩვენს შენობებში სასურველი აკუსტიკის შექმნა წარმოადგენს პრაქტიკულ აუცილებლობას და მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოს თანამედროვე მშენებლობის პირობებში ძირითადი აქცენტები არ არის გადატანილი შენობის აკუსტიკაზე, გარკვეული პერიოდის შემდეგ აუცილებლად გაჩნდება შენობის სასურველი აკუსტიკის მიღების გარდაუვალი მოთხოვნა და აუცილებლობა, რაც თავისთავად შექმნის კარგ პირობებს ქართული ნედლეულის ბაზაზე დამზადებული აკუსტიკურ–დეკორატიული პროდუქციის წარმოებისათვის, რომელიც კონკურენციას გაუწევს იმპორტირებულ აკუსტიკურ მასალებს. მომავალში აკუსტიკური მასალების პოპულარიზაციას მნიშვნელოვნად ხელს შეუწყობს ის გარემოებაც, რომ მშენებლობაში დიდი ადგილი უკავია ბეტონს, მეტალსა და მინას, რომელთაგანაც ახასიათებს ბგერის არეკვლა და აქვთ მეტად ცუდი აკუსტიკური თვისებები, რამეთუ არეკვლის შედეგად არა მხოლოდ იზრდება ხმის ინტენსივობა არამედ უარყოფითად იცვლება ბგერის ჟღერადობა, სწორედ ამიტომ ასეთი შენობების სასარგებლო თვისებები დამატებითი აკუსტიკური მასალების გამოყენების გარეშე ძალიან დაბალია და რეალურად ნებისმიერი დაინტერესებული მყიდველისთვის ნაკლებად მომხიბვლელი ხდება.

ლიტერატურა

1. Crocker, M.J., and Arenas, J.P., “Use of Sound-Absorbing Materials,” John Wiley and Sons, New York, 2007
2. 2. Everest F., Pohlmann, K., Master handbook of acoustics, McGraw Hill, 2009
3. 3. Trevor J. Cox, Peter D’Antonio, Acoustics Absorbers and Diffusers, CRC Press, Jan 26, 2009, pp 30-50

გვირაბები სატრანსპორტო მშენებლობაში

თ. კუპატაძე, გ. კვანტალიანი, ზ. კუპატაძე, ნ. კუპატაძე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. 77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *სტატიაში მითითებულია, რომ გვირაბის გაყვანის ტრადიცია უხსოვარი დროიდან იღებს სათავეს და მისი განვითარება დაკავშირებული იყო სამუშაო იარაღების შექმნასთან და გამოყენებასთან.*

გვირაბმშენებლობის განვითარება რკინიგზის ტრანსპორტის გაჩენასთან იყო დაკავშირებული.რკინიგზის მშენებლობაში მთიანი რელიეფის გადასალახავად და მანძილის შესამცირებლად გვირაბების გამოყენება აუცილებელია. გვირაბების გაყვანის განვითარებაში უდიდესი როლი ითამაშა საბურღი დანადგარებისა და ასაფეთქებელი მასალების გამოყენებამ.

საკვანძო სიტყვები: *გვირაბი, სამაგრი, გრუნტი, მთიანი რელიეფი, საბურღი დანადგარი, ასაფეთქებელი მასალა.*

1.შესავალი

რკინიგზის და საავტომობილი გზების მშენებლობაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება გვირაბების გაყვანას. გვირაბები უმეტესწილად გამოიყენება მთიან პირობებში რკინიგზებისა და საავტომობილო გზების მშენებლობისას.

მთიანი რკინიგზები ხასიათდებიან მკაცრი კლიმატური პირობებით და მაღალი ქანობებით, რაც ხელს უშლის მატარებელთა ნორმალურ ექსპლუატაციას. გვირაბების გამოყენება ასეთ პირობებში საგრძნობლად აუმჯობესებს საექსპლუატაციო პირობებს და ამცირებს საექსპლუატაციო ხარჯებს. განსაკუთრებით აუმჯობესებს მატარებელთა მოძრაობის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის საკითხებს, რაც გამოწვეულია საუღელტეხილო უბნებზე ქანობების შემცირებით.

2. ძირითადი ნაწილი

გვირაბების გაყვანის ტრადიცია უხსოვარი დროიდან,იმ პერიოდიდან იღებს სათავეს, როცა ამ ურთულესი სამუშაოების შესრულების პრიმიტიული ტექნიკური საშუალებები გაჩნდა. გვირაბმშენებლობის განვითარება ორგანულად იყო დაკავშირებული სამუშაო იარაღების შექმნასთან და გამოყენებასთან. ასე, რომ გვირაბის გაყვანის დონე სრულიად შეესაბამებოდა საწარმოო ძალების განვითარებას.

როგორც ჩანს ჩვენმა წინაპრებმა ოდითგანვე, მრავალი საუკუნის მიღმა კარგად შეისწავლეს გვირაბების გაყვანის უაღრესად რთული და მძიმე საქმე. ისინი თავდაპირველად სამუშაოებს რბილ გრუნტში აწარმოებდნენ, რადგან თითქოს და უფრო იოლი იყო, არა და მას ერთი უდიდესი ნაკლი ჰქონდა-მალე ჩამოიქცეოდა და უდიდესი შრომა თითქმის წყალში იყრებოდა.ხანგრძლივი დაკვირვების შემდეგ მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ გვირაბების გაყავნის დროსვე გამონამუშევარ სივრცეს ხის ბიჯგებით ამაგრებდნენ, მაგრამ ესეც რთული და მოუხერხებელი პროცესი იყო, ამიტომ დროთა განმავლობაში ადამიანები მიხვდნენ, რომ გვირაბის გაჭრა - მოწყობა კლდოვან, მაგარ გრუნტში უფრო უმჯობესი იყო, რაგდან იქ საჭირო არ ხდებოდა სპეციალური გამაგრება და მოპირკეთება, მკვრივი ქანების ჩამოქცევის საფრთხეც ნაკლებად არსებობდა. გამონამუშევრებს ძირითადად ბუნებრივ გამოქვაბულთან მიახლოებულ კამარულ ფორმას აძლევდნენ.

სამუშაოები ძირითადად წარმოებდა მოცემული ეპოქის შესაფერისი იარაღებით-წერაქვებით,ძალაყინებით,სოლ-სატეხებით და სხვა. ესენი იყო „გვირაბგამყვანთა“ სამუშაო იარაღები მრავალი საუკუნის განმავლობაში და მხოლოდ ჩვენი წელთაღრიცხვის დასაწყისში გამოიყენეს აგრეთვე ცეცხლი, რომელსაც მოსანგრევ კლდესთან აანთებდნენ, ძლიერ ახურებდნენ, შემდეგ წყალს შეასხამდნენ, გავარვარებული ქანები იბზარებოდა და ამის შედეგად მათი მონგრევა იოლი იყო.

ხელოვნური გვირაბები გაჰყავდათ სხვადასხვა მიზნებისთვის, ციხე-სიმაგრეებიდან საიდუმლო გასასვლელების სახით მეციხოვნეთა თუ იქ თავშეფარებული ადამიანებისთვის წყლის, საკვები პროდუქტების და იარაღის საიდუმლოდ მისაწოდებლად.

ეგვიპტეში არქეოლოგიური გათხრების დროს მდინარე ნილოსის ქვეშ აღმოჩნდა მისი ორივე ნაპირის შემაერთებელი გვირაბი, რომელიც თვის დროზე საოცარი ოსტატობით იყო შესრულებული და დღესაც შესანიშნავ მდგომარეობაშია.

ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 2150 წლის წინ, ბაბილონში მდინარე ევფრატის ქვეშ გაიყვანეს ერთი ნაპირიდან მეორეზე გასასვლელი ერთი კილომეტრი სიგრძის გვირაბი, რომელიც მეფის სასახლეს მდინარის მეორე მხარეს აგებულ ტაძართან აკავშირებდა.

კიდევ უფრო გრძელი გვირაბი ძველმა ბერძნებმა ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 700 წლით ადრე კუნძულ სამოსისათვის სასმელი წყლის მიწოდების მიზნით გაიყვანეს.

რომაელებმა ჩვენს ერამდე საუკუნენახევრით ადრე სალვინოს მთის ძირში არსებული ტბის-ფუსინოს დასაშრობად 5 კილომეტრიანი დიდ დიამეტრიანი კვეთის გვირაბი გათხარეს, ხოლო უკვე ახალი წელთაღრიცხვის დასაწყისში პოსილიპოს ქედის ქვეშ ნეაპოლის და პონცუოლის ერთმანეთთან დასაკავშირებლად ურთულესი აგებულობის ქანებში და უმძიმეს პირობებში 900 მეტრი სიგრძის გვირაბი გაიყვანეს.

სხვადასხვა მიზნებისთვის, უპირველეს ყოვლისა მანძილის შესამცირებლად საკმაოდ რთული გვირაბები გაჰყავდათ აგრეთვე ამერიკის კონტინენტზე მცხოვრებ უძველეს ტომებს, ახლო აღმოსავლეთის, ინდოეთის, ჩინეთის და სხვა ქვეყნების მოსახლეობას.

მიწისქვეშა გვირაბების და სხვადასხვა დანიშნულების ქვაბულების გამოკვეთაში საკმაოდ გაწაფულნი იყვნენ ქართველებიც. ამის დამადასტურებელია ადრეულ პერიოდებში კლდეში ნაკვეთი ქალაქი უფლისციხეში, დავით გარეჯში, ხოლო საქალაქო კომპლექსი ვარძია თავისი რთული აგებულებით, გრანდიოზულობით და შესრულებული სამუშაოების სიძნელით ალბათ ანალოგს ვერ მოძებნის.

ბუნებრივია, ისეთი რთული ნაგებობების მშენებლობა, მითუმეტეს მიწის ქვეშ მათი გაყვანა-გამოკვეთა ბრმად, გეგმის გარეშე წარმოუდგენელი იქნებოდა. როგორც ჩანს იმ პერიოდში იყვნენ სპეციალისტები, რომლებიც კარგად ფლობდნენ მიწისქვეშა სამუშაოების მიმართულების განმსაზღვრელის ანუ დღვანდელი გაგებით გეოდეზიის პროფესიას. მათ მიერ მითითებულ გეზს დიდი ოსტატობით მიჰყვებოდნენ გვირაბგამყვანები, რომლებიც იმ დროინდელი პრიმიტიული იარაღებით უმძიმეს სამუშაოს ასრულებდნენ.

შუა საუკუნეების დასასრულს საერთაშორიშო სავაჭრო ურთიერთობების გაფართოებასთან დაკავშირებით, აგრეთვე გზების შემოკლების მიზნით დაიწყო ხომალდების გასატარებელი გვირაბების გაყვანა, რომლებითაც ერთმანეთთან საზღვაო გზებს აერთიანებდა. იმ პერიოდში ისეთი შრომატევადი სამუშაოების

შესრულება, როგორიცაა კლდის ქანების მონგრევა, უკვე აფეთქების საშუალებით ხდებოდა. რისთვისაც შავ დენტს იყენებდნენ.

ხომალდების გასატარებელი პირველი გვირაბი, რომლის სიგრძე 160 მერტი იყო 1679-1681 წლებში ლანგედოკის არხზე გაიყვანეს.

გვირაბმშენებლობის შემდგომი განვითარება რკინიგზის ტრანსპორტის გაჩენასთან იყო დაკავშირებული, რომელიც მანძილის შესამცირებლად და მთიანი რელიეფის გადასალახავად გვირაბების გაჭრას მოითხოვდა. ერთ-ერთი პირველი ასეთი 1190 მეტრიანი გვირაბი 1826-1830 წლებში ინგლისში ლივერპულ-მანჩესტერის ხაზზე გაიყვანეს.

თითქმის ამავე პერიოდში დაიწყო სარკინიგზო გვირაბების მშენებლობა საფრანგეთში და ევროპის სხვა ქვეყნებში.

გვირაბების გაჭრის ტექნოლოგიის გაუმჯობესების მიუხედავად, როცა უკვე იყენებდნენ ბურღვისა და შავი დენთით აფეთქების მეთოდებს, მათი სიგრძე 3,5 კილომეტრს არ აღემატებოდა, ანუ ტექნიკის განვითარების მაშინდელი დონე ვერ უზრუნველყოფდა უფრო გრძელი გვირაბების გაჭრის შესაძლებლობებს.

მაგრამ შემდგომში გამოჩნდა ახალი ასაფეთგებელი მასალები-პიროქსილინი, დინამიტი, 1951 წლიდან საბურღი დანადგარები, რომლებმაც გვირაბის გაყვანის შემდგომ განვითარებაში ნამდვილი გადატრიალება მოახდინეს და შესაძლებელი გახდა ალპების ქვეშ საფრანგეთის, იტალიის და შვეიცარიის დამაკავშირებელი დიდი გვირაბების მშენებლობა.

1857-1871 წლებში გაიყვანეს მონ-სენის 12850 მეტრი სიგრძის მიწისქვეშა სარკინიგზო მაგისტრალი, რომელმაც სფრანგეთი იტალიასთან დააკავშირა, 1872-1882 წლებში მიმდინარეობდა სენ-გოტარდის, იტალია-შვეიცარიის დამაკავშირებელი გვირაბების გაჭრა.

პირველი მსოფლიო იმპერიალისტურ ომამდე-1914 წლამდე ევროპაში 26 გვირაბი იყო გაყვანილი, ყოველი მათგანის სიგრძე 5 კილომეტრს აღემატებოდა, მათ შორის ყველაზე გრძელი - 19780 მეტრი სიმპლონის (იტალია-შვეიცარია) გვირაბი იყო.

რუსეთის იმპერიაში, რომლის ერთ-ერთ შემადგენელ ნაწილს საქართველო და მთლიანად ამიერკავკასიაც წარმოადგენდა, პირველი 1280 მეტრიანი სარკინიგზო გვირაბი ორმხრივი მოძრაობით 1862 წელს კოვენში გაიყვანეს, ხოლო განაპირა გუბერნიებში გაჭრილი გვირაბებიდან მშენებლობის სირთულით და სიგრძით გამოირჩეოდა წიფის (სურამის) სარკინიგზო გვირაბი, რომლის მშენებლობა 1886-1890 წლებში მიმდინარეობდა და სიგრძე 3998 მეტრს შეადგენდა. წიფის გვირაბის მშენებლობის შესახებ დაწვრილებითაა მოთხრობილი ჩვენი ნაშრომის „ამიერკავკასიის რკინიგზის განვითარების ძირითდი ეტაპები“ 2004 წელს გამოცემულ პირველ ნაწილში.

პირველი მსოფლიო იმპერიალისტური ომის შემდეგ სარკინიგზო გვირაბების მშენებლობის მაშტაბები რამდენადმე შემცირდა, რადგან იმ დროისათვის ევროპის დიდ, განვითარებულ სახელმწიფოებში რკინიგზის ქსელის ზრდის ძირითადი ეტაპი დასრულდა. ფოლადის მაგისტრალები გაჰყავდათ მხოლოდ ისეთ ადგილებში, სადაც რთული გვირაბების მოწყობა არ იყო აუცილებელი.

იმ პერიოდში გაყვანილი მნიშვნელოვანი ობიექტებიდან გამოირჩევა მსოფლიოში ყველაზე გრძელი-ორხაზიანი ფლორენციის ბოლონიასთან დამაკავშირებელი აპენინის დიდი გვირაბი, რომლის შუა ნაწილში გადასასწრები სადგურია მოწყობილი.

1927 წელს მარსელ-რონას მაგისტრალზე დასრულდა რიოვის 7118 მეტრიანი გვირაბის გაყვანა.

მე-19 საუკინის მეორე ნახევრიდან მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში სულ უფრო ფართოდ იკიდებდა ფეხს ტრანსპორტის ახალი სახეობა-საავტომობილო ტრანსპორტი. გაჰყავდათ ქალაქების და სახელმწიფოების ერთმანეთთან დამაკავშირებელი ავტომაგისტრალები, მაგრამ ბევრ ადგილზე რთული მთიანი რელიეფის გამო იძულებული ხდებოდნენ შემოვლითი გზები მოეწყოთ, რაც

მანძილსა და მგზავრობის ხანგრძლივობას ძლიერ ადიდებდა. ამიტომ სპეციალისტებმა აქაც რკინიგზის ტრანსპორტისთვის ნაცადი ხერხი-გვირაბის გაყვანა გამოიყენეს, მითუმეტეს, რომ ტექნიკა და მშენებლობის გამოცდილება ამის საშუალებას უკვე იძლეოდა.

მთებში გაჭრილი საავტომობილო გვირაბებიდან ყველაზე გრძელია 16320 მეტრიანი სენ-გოტარდის გვირაბი, ხოლო მცირე სიგძის გვირაბები მთიანი რელიეფის მქონე ყველა ქვეყანაში გაჰყავდათ.

მაგრამ მე-19 საუკუნის მეორე ნახევრიდან რკინიგზა უფრო დიდი პოპულარობით სარგებლობდა. იგი ხმელეთზე ჯერ კიდევ ძირითადი სატრანსპორტო საშუალება იყო, რომლითაც დიდი რაოდენობით ტვირთის გადაზიდვა და მგზავრთა გადაყვანა ოპერატიულად ხდებოდა, ამიტომ სარკინიგზო გვირაბების მშენებლობა კვლავ აქტუალური იყო. აქტუალურობას განაპირობებდა ის ფაქტი, რომ მაღალმთიან პირობებში გვირაბების გაყვანით საგრძნობლად მცირდებოდა მანძილები. მანძილების შემცირება თავის მხრივ უზრუნველყოფდა ტარიფის შემცირებას, დროის დაზოგვას და ეკონომიურ ეფექტიანობას.

3. დასკვნა

ზემოთ წარმოდგენილი მიმოხილვიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ გვირაბების გაყვანის ტრადიცია უხსოვარი დროიდან იღებს სათავეს. ხანგრძლივი დაკვირვებების შემდეგ მივიდნენ იმ დასკვნამდე, რომ გვირაბების გაჭრა-მოწყობა კლდოვან და მაგარ გრუნტებში უფრო უმჯობესი იყო. გვირაბმშენებლობის განვითრებას ხელი შეუწყო სარკინიგზო ტრანსპორტის გაჩენამ. ვინაიდან მანძილის შესამცირებლად და მთიანი რელიეფის გადასალახავად რკინიგზების დროს საჭირო ხდებოდა გვირაბების გაჭრა.

ლიტერატურა:

1. **თორნიკე კუპატაძე** „ამიერკავკასიის რკინიგზის განვითარების ძირითადი ეტაპები“, ნაწილი პირველი, თბილისი 2004წ.
2. **В.Р. Калиничев метрополитены,** москва “Транспорт” 1988წ.
3. **მ.ჩორგოლეიშვილი** „ფოლადის არტერია“, თბილისი 1972წ.

საქართველოს ავტოსაგზაო ინფრასტრუქტურის განვითარების ამოცანები

კ. მჭედლიშვილი, ნ. რურუა, ზ. გაბედავა
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ.77, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *სტატიაში განხილულია საქართველოს საერთაშორისო დანიშნულების ავტომაგისტრალების, აგრეთვე შიდასახელმწიფოებრივი დანიშნულებისა და ადგილობრივი გზების ქსელის განვითარების საკითხები. ხაზგასმულია, რომ საგზაო ქსელის განვითარების უპირველესი ამოცანაა საქართველოს მაღალმთიანი რაიონების ქვეყნის დანარჩენ ნაწილებთან შეუფერხებელი მიმოსვლის უზრუნველყოფა დიდი სიღრმისა და სიგრძის გვირაბებით. აღნიშნულია განსაკუთრებით მაღალი ინტენსივობის მქონე მონაკვეთების რეკონსტრუქციის აუცილებლობა საავტომობილო მაგისტრალებად. აგრეთვე ამჟამად მშენებარე ავტომაგისტრალებთან ერთად იგივე დანიშნულების ავტომაგისტრალის აშენების აუცილებლობა სამცხე-ჯავახეთის გავლით. ნაჩვენებია მაღალმთიან პირობებში, რიგ შემთხვევებში, ვიწროლიანდიანი რკინიგზების გამოყენების მეტი მიზანშეწონილობა საავტომობილო გზებთან შედარებით.*

საკვანძო სიტყვები: *გზები, ინფრასტრუქტურა, უღელტეხილები, გვირაბები, ვიწროლიანდიანი რკინიგზა.*

1. შესავალი

საქართველოს მთავრობის მიერ 2016 წელს მიღებული გადაწყვეტილებით [1] უახლოეს 4-5 წელიწადში საქართველოში 1000 კმ-მდე საავტომობილო გზების მშენებლობა-რეკონსტრუქცია იგეგმება. ქვეყნის სივრცითი მოწყობის ეს პროექტი მთავრობის მიერ შემუშავებულ ოთხპუნქტიანი რეფორმების გეგმის ყველაზე უფრო მასშტაბური კომპონენტია. სივრცითი მოწყობის პროექტი ითვალისწინებს სივრცის რაციონალურ, მდგრად და დაბალანსებულ დაგეგმვას, ასევე ტრანსპორტის, მშენებლობის, ენერგეტიკის, ტურიზმის, წარმოების და სხვა სექტორების განვითარებას, აგრეთვე ქალაქებსა და სოფლებს შორის კავშირების გაუმჯობესებას. მთელი საქართველოს მასშტაბით დაპროექტდება და აშენდება რეგიონების დამაკავშირებელი სატრანსპორტო ქსელი. მთლიანობაში, 2020 წლის ჩათვლით დაგეგმილია 1000კმ-მდე საავტომობილო გზის მშენებლობა და რეკონსტრუქცია. სამუშაოთა სავარაუდო ღირებულება მიახლოებით შეფასებულია 3,5 მილიარდ დოლარად. იგეგმება 550 კმ ავტომაგისტრალის მშენებლობა, ასევე 800 კმ-მდე გზის რეაბილიტაცია, 300-მდე სახიდე გადასასვლელის და 50 საავტომობილო გვირაბის მშენებლობა. სივრცითი მოწყობა ასევე ითვალისწინებს რკინიგზის სადგურების, საზღვაო პორტების, აეროპორტების აშენებას და რეაბილიტაციას.

ჩვენის აზრით ზემოთ აღნიშნული პროგრამის შესრულება 4-5 წელიწადში მოითხოვს ინტელექტუალური, ფულადი, მატერიალური და შრომითი რესურსების ისეთ დონეზე მობილიზებას, რომელსაც საქართველო თუნდაც საგარეო ფინანსური რესურსების მოზიდვის მკვეთრად გაზრდის პირობებშიც ვერ შეძლებს. მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების გამოცდილება გვიჩვენებს, რომ საგზაო ქსელის მაღალ დონეზე განვითარებასა და შემდგომ ექსპლუატაციას სჭირდება ათეულობით წელი და ბიუჯეტიდან არანაკლები 3-4%-ის გამოყოფა ყოველწლიურად. დაჩქარებული განვითარებისთვის საჭიროა არანაკლებ 7-8% სახელმწიფოს ბიუჯეტიდან და ამდენივე წელი [2,3,4].

ჩვენს მიერ ქვემოთ მოყვანილია მოსაზრებები საქართველოს საავტომობილო გზების ქსელის განვითარებისა და პრიორიტეტული ობიექტების შესახებ, რომლებიც გულისხმობს სამუშაოთა 10 წელიწადში განხორციელებას, ყოველწლიური დაფინანსებით არანაკლებ 500 მილიონი ამერიკული დოლარის ექვივალენტის ოდენობით.

2. ძირითადი ნაწილი

საქართველოს საგზაო ქსელის განვითარების უახლოესი და უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა ქვეყნის გამჭოლი, საერთაშორისო E–60 ოთხზოლიანი ავტომაგისტრალის წითელი ხიდი-თბილისი-ხაშური-სამტრედია-გრიგოლეთის მონაკვეთების დამთავრება. აუცილებელია სარფი-ბათუმი-ფოთი-ანაკლიას მონაკვეთის რეკონსტრუქცია ასევე ოთხზოლიან მაგისტრალად გადასაქცევად, რომელიც მომავალი შავიზღვისპირეთის წრიული საერთაშორისო ავტომაგისტრალის ნაწილი გახდება. აფხაზეთში ჩვენი იურისდიქციის აღდგენის შემდეგ ანალოგიური მაგისტრალი უნდა გაგრძელდეს ანაკლია-ოჩამჩირე-სოხუმი-გაგრა-ფსოუს მონაკვეთზეც, რომელიც შეუერთდება ქართველი ინჟინრების მიერ გასული საუკუნის 70-80-იანი წლებში დაპროექტებულ ადლერი-სოჭი-ტუაფსის მონაკვეთს.

მიზანშეწონილია უახლოეს ხანში ვაზიანი-ბაკურციხის და ნატახტარი-ჟინვალის მონაკვეთების ოთხზოლიან მაგისტრალად რეკონსტრუქცია. შემდგომ კი ბაკურციხიდან ლაგოდეხამდე მისი გაგრძელება აზერბაიჯანთან დასაკავშირებლად. ასევე აუცილებელია სომხეთთან დამაკავშირებელი ავტომაგისტრალის მიყვანა სადახლომდე, საიდანაც უკვე სომხეთის გადაწყვეტილების მიხედვით შესაძლებელი გახდება საზღვრამდე მისვლა ახკერპის გავლით ან არსებული რკინიგზის ხაზის გასწვრივ.

უნდა გაირკვეს უმნიშვნელოვანესი პრინციპული საკითხი, როგორ გადაწყდეს ხაშურსა და ზესტაფონს შორის ავტომაგისტრალის დაპროექტება. ამ პრობლემური საკითხის რაციონალურ გადაწყვეტას თეორიული მნიშვნელობა გააჩნია, ვინაიდან ამ კონკრეტულ მაგალითზე მიღებული გამოცდილება და დასკვნები საფუძვლად დაედება მომავალში ანალოგიურ პირობებში ოპტიმალური საპროექტო ვარიანტის შერჩევის რეკომენდაციებს. რიგი ქართველი სპეციალისტების აზრით [5] ძირულას მჭიდროდ დასახლებულ და ვიწრო ხეობაში ოთხი სავალი ზოლის გატარება, თუნდაც შემხვედრ მიამრთულებათა ცალკე ტრასირებით ეკოლოგიური და სოციალური კატასტროფის ტოლფასი იქნება. გაცილებით მიზანშეწონილია არსებული რიკოთი-ზესტაფონის მონაკვეთის რეკონსტრუქცია სამზოლიანი მოძრაობისათვის: ორი ცალმხრივი ზოლი ავტომაგისტრალისთვის და მესამე, 0,5 მ სიგანის ნიჯერსის ტიპის ცალფა ბარიერით გაყოფილი ზოლი ადგილობრივი ნაკადებისათვის. ქუთაისი-თბილისის მიმართულებაზე მიზანშეწონილია მოეწყოს ანალოგიური განივი პროფილის მქონე ავტომაგისტრალის მონაკვეთი მდინარე ჩხერიმელას ხეობაში, რომელიც გამოიყენებს არსებული საავტომობილო გზის მიწის ვაკისს. აღმოსავლეთ-დასავლეთ საქართველოს შემაერთებელი ახალი 12 კმ სიგრძის სარკინიგზო გვირაბის აშენების შემდეგ შესაძლებელია უფუნქციოდ დარჩენილი წიფის გვირაბის გამოყენება საავტომობილო მიმოსვლისათვის, მაგრამ ჩვენი აზრით, უფრო მიზანშეწონილია წიფის გვირაბის დატოვება რკინიგზით მგზავრთა გადაადგილებისათვის, ხოლო საავტომობილო მოძრაობისათვის წარმატებით შეიძლება გამოყენებული იქნეს რკინიგზის ძველი საუღელტეხილო მონაკვეთი, რომელიც ფუნქციონირებდა 1891 წლამდე, წიფის გვირაბის მწყობრში შესვლამდე [6]. ეს მონაკვეთი დღეს მიმდებარე სოფლებს შორის ადგილობრივ საავტომობილო მიმოსვლას ემსახურება, მისი გრძივი ქანობი არ აჭარბებს 4,5%-ს, უღელტეხილის სიმაღლეა 990მ. უღელტეხილის გადაკვეთა თანამედროვე საავტომობილო მაგისტრალით ახალი გვირაბისა და მის მისასვლელებთან მნიშვნელოვანი მიწის სამუშაოების გარეშე სრულიად შესაძლებელია.

გზის ეს მონაკვეთი შეუერთდება ავტომაგისტრალს, ზესტაფონსა და თერჯოლას შორის გაშლილ ველზე. ურთულესი რელიეფისა და გეოლოგიის პირობებში მინიმალური დანახარჯებით მოხდება მგზავრებისა და ტვირთების უსაფრთხო, ეკონომიური გადაადგილება, დაცული იქნება გარემო და რიკოთის ახალი გვირაბის ასაშენებელად აღარ დაიხარჯება ასეული მილიონობით ლარი. ჩხერიმელას ხეობის გამოყენება გამოაცოცხლებს ხეობაში არსებულ დასახლებულ პუნქტებს, შექმნის მრავალ ახალ სამუშაო ადგილს, უზრუნველყოფს ადგილობრივი მოსახლეობის უფრო კომფორტულ, ეკონომიურ და უსაფრთხო გადაადგილებას.

ასეთი ტიპის საპროექტო გადაწყვეტილება მიზანშეწონილია გამოყენებული იქნას ანალოგიურ [5] რთულ პირობებში ავტომაგისტრალების გაყვანისას, ვინაიდან შესაძლებლობას იძლევა იგივე ხეობაში ავტომაგისტრალზე ფასიანი გავლის შემოღების შემთხვევაში გაყვანილი იქნას ალტერნატიული უფასო გზა ან ადგილობრივი სატრანსპორტო ნაკადებისათვის განკუთვნილი ზოლი იყოს უფასო.

საქართველოს ავტოსაგზაო ინფრასტრუქტურის განვითარების გადაუდებელი ამოცანაა რიგი დიდი სიგრძის (>2-3კმ) და დიდი ჩაღრმავების (>500-700მ) გვირაბების უახლოეს ხანში აშენება, რომელებიც უზრუნველყოფენ კავკასიონის მთავარი ქედის და მისი განშტოებით დანაწევრებულ ქართული კუთხეების დაკავშირებას საქართველოს სხვა ნაწილებთან წლის განმავლობაში უწყვეტი და უსწრაფესი კავშირით (იხ. ცხრილი 1). პირველი ასეთი ობიექტია მლეთა-კობის შემაერთებელი გვირაბი, რომელიც საქართველოს ეკონომიკისა და უსაფრთხოებისათვის უმნიშვნელოვანეს ქართულ პროვინციას ხევს დააკავშირებს მთიულეთთან და შემდგომ მთელ საქართველოსთან. მისი ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება ორ ათეულ წელზე მეტი ხნის წინაა ქართველი სპეციალისტების მიერ შემუშავებული და გარკვეული ცვლილებებით მისი გამოყენება სრულიად შესაძლებელია. შემდეგი ობიექტი ბარისახო-შატილის შემაერთებელი გვირაბია. მისი პორტალების ადგილმდებარეობის დაზუსტება და გვირაბის დეტალური დაპროექტება საკმაო მოცულობის ტექნიკური და ეკონომიკური საკითხების გადაწყვეტას მოითხოვს, მაგრამ მთავრობის სათანადო გადაწყვეტილების შემთხვევაში ეს სრულიად შესაძლებელია უმოკლეს ხანში შესრულდეს ქართველ სპეციალისტთა ძალებით. ასეთივე მოსაზრებით მიზანშეწონილია უახლოეს ხანში გადაწყდეს საკითხი მდინარე სტორის ხეობის გავლით თუშეთის დანარჩენ საქართველოსთან შემაერთებელი გვირაბის აშენების შესახებ, რომელიც დაახლოებით 1500-1800მ სიმაღლეზე განლაგებული პორტალებით თავიდან აგვაცილებს აბანოს 3000მ სიმაღლეზე მდებარე უღელტეხილით სარგებლობას.

საქართველოს ჩრდილოეთი კუთხეების, ხევის, ხევსურეთისა და თუშეთის აღორძინებისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს კავკასიონის მთავარი ქედის გასწვრივ შიდასახელმწიფოებრივი დანიშნულების საავტომობილო გზის აშენებას, რომელიც ხევიდან სნო-ჯუთას გავლით გადალახავს არხოტის უღელტეხილს, დაეშვება ასას ხეობაში, შემდეგ გადავა არღუნის ხეობაში და შევა შატილში. არღუნის ხეობიდან თებულოს მთის უღელტეხილის გავლით დაეშვება პირიქითა ალაზნის ხეობაში და შეუერთდება ომალო-ფშაველის არსებულ საავტომობილო გზას.

ხევის, თუშეთისა და პირიქითა ხევსურეთის დიდი სიგრძისა და ჩაღრმავებების გვირაბებით დანარჩენ საქართველოსთან დაკავშირების შემდეგ მიზანშეწონილი გახდება ზემოხსენებულ სნო-შატილი-ომალოს მიმართულებისთვის არხოტისა და თებულოს უღელტეხილების მონაკვეთების შეცვლა ანალოგიური ტიპის გვირაბებით. ეს გვირაბები შესაძლებელს გახდის პირიქითა ხევსურეთში ასასა და არღუნის ხეობაში კვლავ გაჩნდეს მუდმივი დასახლებული პუნქტები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ამ ტერიტორიაზე ეროვნული ეკონომიკის შესაბამისი დარგების (ტურიზმი, მეცხოველეობა, სოფლის მეურნეობის სხვა მაღალმთიანი

სახეობები და ა.შ) განვითარებას. იმავდროულად გადაწყდება მეორე უმნიშნელოვანესი ამოცანა, საზღვრების დაცვის მკვეთრად გაუმჯობესება.

ცხრილი 1.

საქართველოს საავტომობილო გზებზე რეკომენდებული ახალი გვირაბები

N	გზის დასახელება	დანიშნულება	რომელ ქედს კვეთს	რომელი უღელტეხილის ალტერნატივაა	რომელ მდინარეთა ხეობებს აერთიანებს	პორტალების სავარაუდო სიმაღლე ზღვის დონიდან, მ	სავარაუდო სიგრძე, კმ	მისასვლელ გზაზე ჩასატარებელი ღონისძიებები
1	ნატახტარი-ლარსი	საერთაშორისო ავტომაგისტრალი	კავკასიონის მთავარი ქედი	ჯვარი 2379, V-XI	მთიულეთის არაგვი-თერგი	1200-1400	9-10	რეკონსტრუქცია
2	ბარისახო-შატილი	შიდასახელმწიფოებრივი გზა	კავკასიონის მთავარი ქედი	დათვის ჯვარი 2776, VI-X	ფშავის არაგვი-არღუნი	1500-1700	7-8	რეაბილიტაცია
3	ფშაველი-ომალო	შიდასახელმწიფოებრივი გზა	კავკასიონის მთავარი ქედი	აბანო 2926, V-X	სტორი-პირიქითა ალაზანი	1500-1700	5-6	რეაბილიტაცია
4	ლენტეხი-მესტია	შიდასახელმწიფოებრივი გზა	სვანეთის ქედი	ქედის სიმაღლე 3559 მ.	ცხენისწყალი-ენგური	1500-1700	7-8	ახალი გზის აშენება
5	ვაზიანი-გომბორი-თელავი	შიდასახელმწიფოებრივი გზა	გომბორი	გომბორი 1620, I-XII	იორი-თურდო	1200-1400	3-4	მისასვლელების აშენება
6	ტყიბული-ამბროლაური	შიდასახელმწიფოებრივი გზა	ნაქერალა	ნაქერალა 1218, I-XIII	-	800-1000	2-3	რეაბილიტაცია
7	ბაქო-ფოთი	საერთაშორისო ავტომაგისტრალი	მესხეთის ქედი	ქედის სიმაღლე 2300 მ.	-	1200-1400	5-6	ახალი გზის აშენება

ამ გვირაბების აშენების შემდეგ მიზანშეწონილია რამდენიმე გვირაბის აშენება შიდასახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის საავტომობილო გზებზე. აუცილებელია თბილისსა და თელავს შორის უმოკლეს მიმართულებაზე არსებული გომბორის საუღელტეხილო მონაკვეთის შეცვლა გვირაბით. მიზანშეწონილია ახალი მონაკვეთი არსებული გზიდან გაგრძელდეს ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულებით, სოფ. ხაშმსა და სოფ. უჯარმას შორის გადავიდეს მდ. იორზე, გაყვეს სამების მონასტრისკენ მიმავალ ხეობაში გრუნტის გზას, 1200–1300მ ნიშნულზე გადაკვეთოს გომბორის ქედი, გავიდეს მდინარე თურდოს ხეობაში და ამჟამინდელი საუღელტეხილო მონაკვეთის დასაწყისის აღმოსავლეთით მდინარე თურდოს ხიდთან შეუერთდეს შუამთა-თელავის მონაკვეთს. ასეთი გადაწყვეტილება თავიდან აგვაცილებს 1930-იანი წლების ნორმატივებით აგებულ, ავარიების მაღალი რისკის მქონე ორ საუღელტეხილო მონაკვეთს და მნიშვნელოვნად შეამცირებს თბილისიდან თელავამდე სვლის დროს.

მესხეთის ქედის გადაკვეთა საავტომობილო გვირაბით შესაძლებელს გახდის მდინარე ქვაბლიანის ხეობის დაკავშირებას მდინარე გუბაზოულის ხეობასთან, რის შედეგადაც შესაძლებელი გახდება ბაქოდან ფოთისკენ პირდაპირი საჰაერო ხაზის გასწვრივ ბაქო-წითელი ხიდი-ხაშური-სამტრედიის ალტერნატიული საავტომობილო მაგისტრალის აშენება, რომელიც გარე კახეთის, ქვემო ქართლისა და სამცხე-ჯავახეთის გავლით უზრუნველყოფს საავტომობილო ტრანსპორტით სატვირთო გადაზიდვების დიდ მოცულობას, შეამცირებს იმერეთისა და ქართლის მჭიდროდ დასახლებულ რეგიონებში გაყვანილი ავტომაგისტრალის დატვირთვას დიდი ტვირთგამწეობის ავტომობილებისგან.

სვანეთის ქედზე 1500-1700მ სიმაღლეზე 7-8კმ სიგრძის საავტომობილო გვირაბის აშენება უზრუნველყოფს ლენტეხი-მესტიას შორის პირდაპირ, შეუფერხებელ კავშირს და ხელს შეუწყობს სვანეთში ტურიზმის და ზამთრის სპორტის სახეობების განვითარებას, მკვეთრად გააუმჯობესებს ევროპის ყველაზე მაღალმთიან სოფლებში და მთელ რეგიონში სოციალურ-ეკონომიკურ პირობებს. იგი 60კმ-ით შეამცირებს მესტიასა და ლენტეხს შორის დღეს არსებულ საავტომობილო მარშრუტს ლახდილის უღელტეხილის გავლით.

ტყიბული-ამბროლაურის მონაკვეთებზე მდებარე ნაქერალას უღელტეხილი არაა მაღალი, სულ 1217მ-ია, მაგრამ მასზე ასასვლელი საუღელტეხილო მონაკვეთები ძალზედ რთული გეგმისა და გრძივი პროფილის მქონეა. ადრე გაზაფხულსა და გვიან შემოდგომაზე ხშირია ნისლიანი დღეები, ხოლო ზამთარში ხშირად 2-3 დღიანი ხანგრძლივობით მრავალჯერ მოსული თოვლი აფერხებს მიმოსვლას. თუ გავითვალისწინებთ ამ მონაკვეთზე მოძრაობის მაღალ ინტენსივობას, მისი ზრდის ტემპისა და მარშრუტის პოპულარობას, მიზანშეწონილია მასზე გვირაბის აგება პორტალით არაუმაღლეს 1000 მ-ზე ზღვის დონიდან.

საქართველოს ეკონომიკისათვის უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ტურიზმს. ამ მიმართულებით ქვეყნის პოტენციალის შემდგომი განვთარებისათვის მნიშვნელოვანია კურორტ ბახმაროსა და ოზურგეთის შემაერთებელი საავტომობილო გზის რეკონსტრუქცია, რომლის პროექტი 25 წლის წინაა შესრულებული ქართველი მეგზევე ინჟინრების მიერ. ამ შემთხვევაში მიზანშეწონილი იქნება მდინარე გუბაზოულის ხეობაში გამავალი საავტომობილო გზის პარალელურად მდინარეების ბახვისწყალის ან ნატანების ხეობაში პარალელური ვიწროლიანდიანი რკინიგზის გაყვანა, რომელიც ამ ადგილებისთვის ჩვეული, უხვთოვლიანი ხანგრძლივი ზამთრის პირობებში, უზრუნველყოფს შეუფერხებელ მიმოსვლას, რამდენჯერმე გაიზრდება ბახმაროსა და მისი მიმდებარე ტერიტორიების რეკრეაციული შესაძლებელობები, აქედან გამომვალი დიდი დადებითი შედეგებით ეროვნული ეკონომიკისათვის.

საქართველოს საგზაო ქსელის სრულყოფისათვის გადაუდებელი ამოცანაა ცენტრალური ავტომაგისტრალის ალტერნატიული მონაკვეთის, მცხეთა-კავთისხევი-ხაშურის შექმნა და მისი მიერთება განივი კავშირებით ჯავახეთთან თრიალეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობებზე არსებული ტანას, ძამას და თეძამის ხეობებში არსებული გზების გამოყენებით. ალტერნატიული მარშრუტების მიზანშეწონილობასთან ერთად ეკოლოგიური მოთხოვნების დაცვა განაპირობებს კიდევ ერთი ავტომაგისტრალის შექმნას, რომელიც ძირითადად ტვირთნაკადებს მოემსახურება და უმოკლესი, პირდაპირი მიმართულებით შეაერთებს ბაქოს ფოთსა და ბათუმთან. ბაქო და ფოთის შემაერთებელი საჰაერო ხაზი საქართველოს ტერიტორიაზე გადის მდინარე იორის გასწვრივ, შემდგომ მარნეული-ბოლნისის და წალკა-ტაბაწყურის გავლით, უერთდება ხერთვისს, მერე კი ახალციხედან მდინარე ქვაბლიანის ხეობიდან გვირაბით კვეთს მესხეთის ქედს, შემდეგ მდინარე ნატანების ხეობით ოზურგეთი-წყალწმინდას გავლით უერთდება ფოთს.

ამ მიმართულებაზე გზის აშენებას სიმოკლესთან ერთად სხვა მრავალი დადებითი მომენტიც ახლავს. წითელი ხიდი-ხაშური-ქუთაისი-სამტრედიას მიმართულება ძირითადად გამოყენებული იქნება სამგზავრო და ტურისტული მიზნებისათვის, გადაიდება მისი 6 ზოლიანად გარდაქმნის აუცილებლობა, რაც მოგვცემს შესაბამის დადებით სოციალურ და ეკოლოგიურ შედეგებს. ხსენებული მაგისტრალი უმოკლესი კავშირით შეუერთდება ზეკარისა და ცხრაწყაროს უღელტეხილებზე გამავალ საავტომობილო გზებს, რაც აბასთუმნისა და ბაკურიანის საკურორტო პოტენციალს მნიშვნელოვნად აამაღლებს და ამავე დროს აუცილებელს გახდის ბაღდათი-საირმე-აბასთუმნისა და ბორჯომ-ბაკურიანი-ცხრაწყაროს მონაკვეთების საპარკო გზების პარამეტრებით რეკონსტრუქციას, რათა შენარჩუნებულ იქნას ამ ტერიტორიების უნიკალური ბუნება, იმავდროულად განავითარებს სერვისულ ობიექტებზე (გზისპირა სასტუმროები, საწვავით გასამართი პუნქტები და ა.შ.) მოთხოვნილებას, შექმნის ახალ სამუშაო ადგილებს.

ხსენებული ამოცანის შესრულება უმოკლესი გზით დააკავშირებს ჯავახეთს შიდა ქართლთან, აადორძინებს თრიალეთის ქედის ფერდობებზე არსებულ მიტოვებულ სოფლებს, სრულად გამოიყენებს მათ უმდიდრეს ტურისტულ და რეკრეაციულ პოტენციალს და საგანგებო სიტუაციების პირობებში უზრუნველყოფს მგზავრებისა და ტვირთების ალტერნატიული მარშრუტებით გადაადგილებას.

საყურადღებოა ლენტეხისა და მესტიის პირდაპირი გზით შეერთების იდეა, რომლის რეალიზაცია საქართველოს მთავრობის გადაწყვეტილების თანახმად საავტომობილო გზითა და სვანეთის ქედის გადამკვეთი გვირაბითაა შემოთავაზებული [1]. გზის მიზანია სვანეთში ზამთრის სპორტის განვითარებისათვის ხელის შეწყობა უწყვეტი და შეუფერხებელი მიმოსვლის განხორციელებით წლის განმავლობაში. ჩვენის აზრით, ამ კონკრეტულ შემთხვევაში ეკონომიკურად გაცილებით მიზანშეწონილი იქნება მესტია-ლენტეხის შეერთება ვიწროლიანდიანი რკინიგზით. მისი სამშენებლო მოცულობა 2-3 ჯერ უფრო მცირეა იგივე რაოდენობის ტვირთებისა და მგზავრთა გადაადგილების უნარის მქონე საავტომობილო გზასთან შედარებით. ელექტროწევა ადგილობრივი ჰიდროენერგეტიკული რესურსებიდან და რეკუპერაციული დამუხრუჭების შესაძლებლობა, მცირე სიგანის მიწის ვაკისი და შესაბამისი ზომის ხელოვნური ნაგებობები უზრუნველყოფენ ხეობაში გამავალი სატრანსპორტო ნაგებობის მაღალ ეკოლოგიურობას და ლანდშაფტთან ჰარმონიულ შერწყმას.

ზამთარში რკინიგზის ექსპლუატაციის სიადვილე და მოძრაობის მაღალი უსაფრთხოება საავტომობილო გზასთან შედარებით იგივე საანგარიშო სიჩქარის პირობებში ნათლად გვიჩვენებს სარკინიგზო ვარიანტის უპირატესობას. ავტომობილებისა და მათი ტვირთების კონტრაილელური გადაადგილება ვიწროლიანდიანი რკინიგზის საშუალებით კიდევ უფრო მეტ უპირატესობას ანიჭებს რკინიგზის ვარიანტს.

3. დასკვნა

საქართველოს საგზაო ქსელის წინაშე დგას რამდენიმე ძირითადი ამოცანა: უახლოეს ხანში ავტომაგისტრალების აშენება ნატახტარი-გრიგოლეთი, ვაზიანი-ბაკურციხის, ნატახტარი-ჟინვალის, თბილისი-სადახლოს და თბილისი-წითელი ხიდის მიმართულებებით; ხევის, პირიქითა ხევსურეთის, თუშეთის და სვანეთის დანარჩენ საქართველოსთან დამაკავშირებელი გვირაბების აშენება გზების შესაბამისი რეკონსტრუქციით და ახალი მიმართულების აშენებით. საგზაო ქსელის მოდერნიზაცია, უპირველეს ყოვლისა, იმერეთის, სამეგრელოს, რაჭის, აჭარის და გურიის მაღალმთიან რაიონებში.

ახალი მაგისტრალური გზების (საერთაშორისო და შიდასახელმწიფოებრივი) დაპროექტებისას აუცილებლად უნდა იყოს განხილული ვარიანტი შემხვედრი მიმართულების ცალკე ტრასირებით. ეს საშუალებას იძლევა რთული რელიეფის პირობებში მკვეთრად შევამციროთ მიწის ვაკისისა და ხელოვნური ნაგებობის

ზომები, გაიოლდება მხედველობის საკმარისი მანძილის დაცვის უზრუნველყოფა. გაცილებით იოლი ხდება გრძივი პროფილის რაციონალური დაპროექტება აღმართებსა და დაღმართებში სხვადასხვა სიდიდის გრძივი ქანობებით და რადიუსებით.

მაგისტრალური გზებით მაღალი ქედების გადაკვეთისას მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ გვირაბები პორტალების ნიშნულით ალპური ზონის საზღვრებს ქვემოთ ანუ ნაკლები 1800 მ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან. ეს მნიშვნელოვნად აადვილებს გვირაბის პორტალებთან მისასვლელი მონაკვეთების ექსპლუატაციას ზამთრის პირობებში. პორტალების ასეთი განლაგება ზრდის გვირაბების სიგრძესა და მთის მასივში შეჭრის სიღრმეს, მაგრამ ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური დასაბუთება დაადასტურებს, რომ ასეთი საპროექტო გადაწყვეტილება გაცილებით ხელსაყრელია მაღალი მთის, მცირე სიგრძისა და ჩაღრმავების გვირაბებთან შედარებით.

საერთაშორისო და შიდასახელმწიფოებრივი გზების რეაბილიტაციისა და რეკონსტრუქციის პროექტებში აუცილებელია საპროექტო ვარიანტების ტექნიკურ-ეკონომიკური შედარების ნაწილში ავტომობილთა ნაკადების სატრანსპორტო დანახარჯებისა და ეკოლოგიური პარამეტრების გაანგარიშება თანამედროვე, ქართველი მეცნიერებისა და ინჟინრების მიერ შემუშავებული საქართველოს მთაგორიანი რელიეფის პირობებისადმი მისადაგებული მეთოდებით. მისადაგების სამუშაოები უკვე დაწყებულია. ქართველი მეცნიერებისა და ინჟინრების მიერ. [7,8]. აუცილებელია ამ სამუშაოების უფრო ფართოდ გაშლა და საერთაშორისო HDM სისტემის [9] ქართული ვარიანტის შექმნა, რომელიც გაითვალისწინებს არამარტო ქვეყნის საგზაო ქსელის თავისებურებებს, არამედ საქართველოს ავტოპარკის არსებულ და პერსპექტიულ მდგომარეობასაც. ამასთან ერთად იგი გამოსადეგი იქნება სამხრეთ კავკასიის რეგიონისა და ანალოგიური რელიეფის და ბუნებრივი პირობების მქონე სხვა ქვეყნებისათვისაც.

ყველა ეს ამოცანა უნდა შესრულდეს უსაფრთხოების, ეკონომიურობის, ეკოლოგიურობისა და კომფორტის საერთაშორისო მოთხოვნების სრული დაცვით, უპირატესად ადგილობრივი ინჟინრების ხელით და შიდა ეკონომიკური რესურსების გამოყენებით. ეს მნიშვნელოვნად შეამცირებს საგარეო ვალის ზრდის ტემპს და უზრუნველყოფს ეკონომიკის უფრო მდგრად განვითარებას.

ლიტერატურა

1. საინფორმაციო სააგენტო: http://www.ambebi.ge/
2. Guide pratique mondiale. Paris 1999. E. Robert Laffont. 1999p
3. Транспорт США. Зкономический анализ, М. Транспорт. 1996г. 248 стр.
4. К. Мчедлишвили, Г.Арчвадзе. Э. Гегешидзе. Некоторые проблемы финансового и материального обеспечения единой транспортной системы Грузии . Proc. of materials 1st international scientific-practical conference modern management: problems, hypotheses, researches. Batumi 2015.
5. კ. მჭედლიშვილი, საქართველოს ავტოსაგზაო ინფრასტრუქტურა, განვითარების შედეგები და პერსპექტივები. ჟურნალი “ბიზნეს ინჟინერინგი“. 2(3), 2012წ. გვ.69-79.
6. თ. კუპატაძე. ამიერკავკასიის რკინიგზის გავნვითარების ძირითადი ეტაპები. თბილისი 2004წ. 585 გვ.
7. К. Мчедлишвили, Т. Курашвили. Современные критерии оценки аварийности на автомобильных дорогах. Ж. Транспорт. N 3-4(31-32) Тбилиси 2008, 3 стр.
8. К. Мчедлишвили, Г. Чкоидзе. Расчет суммарных дорожных сопротивлении на дорогах в горной местности для технико-экономического обоивания проектиых решении. Ж. Транспорт N1 (57-58) 2015г. Тбилиси. Стр. 20-24.
9. К. Мчедлишвили, Г. Чкоидзе, Экологичность необходимый критерии выбора проектного варианта автомобильной дороги. Ж. Транспорт N 3-4 (59-60) 2015г. Тбилиси. стр. 33-36.

სართულშორისი მონოლითური ურიგელო გადახურვის გაანგარიშება სასრულ ელემენტთა მეთოდის გამოყენებით

ბ. ლებანიძე, მ. მუხიგულიშვილი, შ. დემეტრაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. კოსტავას ქ. № 68, 0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *სტატიაში განხილულია მონოლითური ურიგელო სართულშორისი გადახურვის გაანგარიშება, სასრულ ელემენტთა მეთოდის გამოყენებით. გადმოცემულია გაანგარიშებისათვის საჭირო მასალები, შედარებულია ექსპერიმენტით და არსებული გაანგარიშებით მიღებული შედეგები, გაკეთებულია შესაბამისი დასკვნები.*

საკვანძო სიტყვები: *სართულშორისი გადახურვა, ურიგელო, მონოლითური, დატვირთვები, სიხისტე, სიმტკიცე.*

1. შესავალი

ურიგელო სართულშორისი გადახურვები ცნობილია 1940 წლიდან, როდესაც ა.გვოზდევის ხელმძღვანელობით ა. შეპოტკინის და ვ. ბულგაკოვის მიერ მოსკოვის ცენტრალურ სამეცნიერო - საკვლევ ინსტიტუტში ჩატარებული იქნა დიდი რაოდენობის ცდები, მიღებული მონაცემების მიხედვით დამუშავებული იქნა ურიგელო სართულშორისი გადახურვის გაანგარიშება სვეტის თავზე არსებული კაპიტელების გათვალისწინებით. დადგენილი იყო ფილის სისქის, საანგარიშო სიგრძის, მღუნავი მომენტების საანგარიშო ფორმულები; დამუშავებული იყო კონსტრუირების მეთოდები, გაანგარიშების მეთოდები და სხვა.

2. ძირითადი ნაწილი

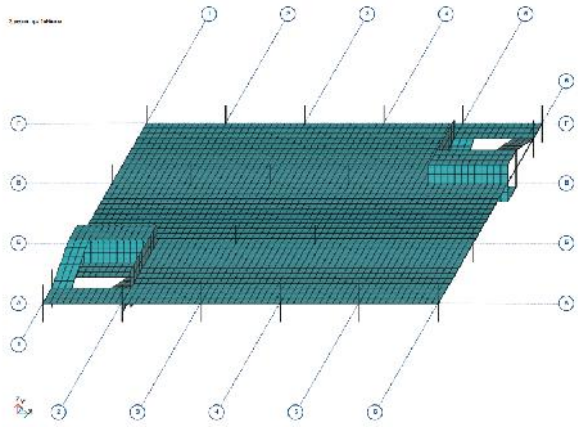
ზემოთ აღნიშნული კვლევები იყო დიდი ხნის წინათ, ეხლა 21- საუკუნეში სულ სხვა მოთხოვნები აქვს ურიგელო სართულშორის გადახურვას, სადაც შედარებით დიდი მალები და ბიჯებია, ამიტომ მათი გაანგარიშების მეთოდიც შეიცვალა.

დღეისათვის ურიგელო სართულშორისი გადახურვების დაპროექტება მიმდინარეობს კაპიტალის გარეშე, გაანგარიშებისათვის გამოყენებულია სასრულ ელემენტთა მეთოდი, შედგენილია პროგრამები გამომთვლელი მანქანებისათვის. ამდენად დამპროექტებლები დაკავებული არიან დასაპროექტებელი შენობის მონაცემების გამომთვლელ მანქანებში შეტანით, რომელიც მოკლე დროში ყველა მნიშვნელოვან საკითხზე იძლევა პასუხს.

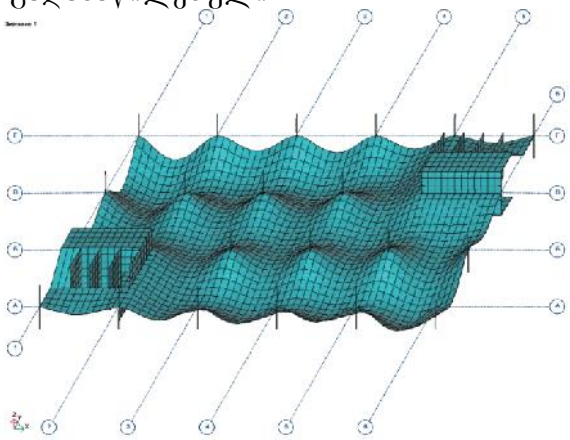
თანამედროვე მშენებლობაში უკვე ფართოდ ინერგება რკინაბეტონის ურიგელო გადახურვებით მონოლითური შენობების აგება; ასევე კონსტრუქციული სისტემები უზრუნველყოფენ დაგეგმარების თავისუფალ გადაწვეტას, დამკვეთის სურვილების ტრანსფორმირებას და პროექტების ყველა სტადიაზე მშენებლობას და ექსპლოატაციას, ასევე საშუალებას იძლევა მივცეთ შენობას ინდივიდუალური სახე, შესაბამისი გაანგარიშების და კონსტრუირების ხარისხის მიხედვით. ამ სისტემებს აქვს საიმედოობის და ეკონომიურობის მაღალი ხარისხი.

ურიგელო სართულშორისი გადახურვებით ძირითადად შენდება მრავალსართულიანი მონოლითური კარკასული შენობები, როგორც წესი, მზიდი კონსტრუქცია ტრადიციულად არის რკინაბეტონის კარკასი, რომელსაც ეყრდნობა მონლოლითური ფილა, ასეთი ფილების

კონსტრუირება სრულდება შედუღებული ან შეკრული ბადეებით, ღეროები გადახურვის ფართზე თანაბრად არის გადანაწილებული.



ნახ. 1



ნახ. 2

(ნახ. 1) მოცემულია სასრულ ელემენტებით შედგენილი ურიგელო სართულშორისი გადახურვის საანგარიშო მოდელის ფრაგმენტი. (ნახ. 2) მოცემულია დატვირთვით გამოწვეული დეფორმაცია.

ურიგელო დაარმატურების სქემა არ არის ეკონომიური, რადგან ფილის არმატურის ფართობის შერჩევა ხდება მაქსიმალური ძალვის მიხედვით რომელიც აღიძვრება ფილის მალში, სვეტთან, სადაც ხდება ფილისა და სვეტის შეერთება და სვეტების შორის მანძილის შუაში. ამ არეებიდან დაცილების ძალვები მკვეთრად მცირდება, მაგრამ დაარმატურება ისევ თანაბრად გრძელდება. ამასთან ფილის სისქე ურიგელო გადახურვებში დიდია.

მონოლითური რკინაბეტონის კარკასის გაანგარიშება ურიგელო გადახურვით, ჩვეულებრივ სივრცით საანგარიშო სქემის მიხედვით სრულდება სასრულ ელემენტთა მეთოდის გამოყენებით.

სასრულ ელემენტთა მეთოდში ხდება სვეტის მოდელირება, როგორც ღეროვანი ელემენტი, ხოლო ფილა როგორც ფირფიტის მსგავსი ელემენტი.

გამომთვლელი მანქანა ავტომატურ რეჟიმში აწარმოებს ნაგებობის გაანგარიშებას, გათვალისწინებულია გრუნტის დეფორმაცია დატვირთვების და ყველა კონსტრუქციული ელემენტების სიხისტე; გაანგარიშების სიზუსტე მთლიანად დამყარებულია სასრულ ელემენტთა ბადის პლასიკურობაზე, განსაკუთრებით სვეტის და ფილის შეერთების ადგილას და მზიდ კედელთან, რომელიც ართულებს რეალურ დაძაბულ მდგომარეობას ამ არეში.

ამ საკითხების გადასაწყვეტად მოდელირების ორი ხერხი არსებობს, რომელიც ავტომატურად სრულდება.

პირველ შემთხვევაში იგულისხმება, რომ ფილის კვანძების გადაადგილება, რომელიც მდებარეობს სვეტის განივკვეთის არეში, კინემატიკურად მიღებულია აბსოლუტურად მყარ სხეულად, ე.ი. ფაქტიურად გამოყენებულია ჰიპოთეზა სვეტის განივი კვეთის არა დეფორმირების შესახებ.

მეორე შემთხვევა ღეროვანი ელემენტების სიხისტე, მოდელირებული სვეტის, გადაეცემა არა ერთ კვანძს, რომელიც შეერთებულია ფილის პლასტიკური ელემენტებით, არამედ ფილის ყველა კვანძს სვეტის განივი კვეთის არეში.

ლიტერატურიდან [1] ცნობილია ცდებით მიღებული შედეგები, სადაც აღნიშნულია, რომ გაანგარიშების შედეგად ძალვები სვეტის თავის არეში, ფილაში ბევრად აღემატება გაანგარიშებით მიღებულ შედეგებს.

საგულისხმოა, რომ მღუნავი მომენტი სვეტის კიდეზე ბევრად არ განსხვავდება გაანგარიშებით მიღებული შედეგებისაგან, მაგრამ განივი ძალა ბევრად აღემატება გაანგარიშებულს. ცდებით დადგინდა, რომ განივი არმატურა კვეთის თავის არეში უნდა განლაგდეს ბევრად უფრო სიზუსტად, ასევე უნდა შესრულდეს ფილის ჩაჭყლეტის შემოწმება სვეტის ირგვლივ.

ასევე საგულისხმოა აღინიშნოს, რომ დაძაბულ–დეფორმირებული მდგომარეობა ბრტყელი გადახურვის ფილების, შეიძლება მივიღოთ წრფივი გაანგარიშებით ბზარმედეგობის და ბეტონის ცოცვადობის გათვალისწინებით.

3. დასკვნა

როგორც მანქანური გაანგარიშება, სასრულ ელემენტთა მეთოდით და ექსპერიმენტით მიღებული შედეგები მკვეთრად განსხავდება ერთმანეთისაგან, თუ მზიდი კონსტრუქცია ელემენტების კონსტრუირებას დავაკვირდებით მოგეჩვენებათ, რომ არმატურების რაოდენობა განუსაზღვრელია.

ეს ყველაფერი მეტყველებს იმაზე, რომ ურიგელო გადახურვის გაანგარიშებებში ყველაფერი რიგზე არ არის. საჭიროა კვლევების გაგრძელება, ახალი ნოვაციური მასალების და მეთოდების საშუალებით გაანგარიშების და კონსტრუირების დაზუსტებაა, რათა მიღწეული იქნას ურიგელო შენობების საიმედობა და უსაფრთხო ექსპლოატაცია.

ლიტერატურა

1. Паньшин Л.Л., Родина А.Ю., Беликов Н.А. Методические указания по рас- чету монолитного безбалочного перекрытия. Москва, 2011. 34 с.
2. Головин Н.Г., Плотников А.И., Родина А.Ю., Мухин М.А. Проектирование несущих конструкций многоэтажного каркасного здания. Москва: МГСУ, 2014. 68 с.

მონოლითური კარკასული შენობის ურიგელო გადახურვის ფილის კონსტრუირება ფარული „რიგელის“ სქემით

ლ. კახიანი, ა. ცაკიაშვილი, გ. დემეტრაშვილი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას 68ა,0175, თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *წინამდებარე სტატიაში განხილულია მონოლითური და ასაწყობ-მონოლითური ურიგელო გადახურვის ფილის გაანგარიშება და კონსტრუირება ფარული „რიგელის“ სქემით; შემოთავაზებულია კონსტრუირების მეთოდები დაფუძნებული ექსპერიმენტულ მონაცემებზე, ფარული „რიგელის“ სქემით, მისი დადებითი და უარყოფითი თვისებები, ბეტონისა და არმატურის ხარჯი.*

საკვანძო სიტყვები: *ურიგელო გადახურვა, ფარული „რიგელი“, სიხისტე, ჩაღუნვა, სიმტკიცე, დატვირთვა, დეფორმაცია.*

1. შესავალი

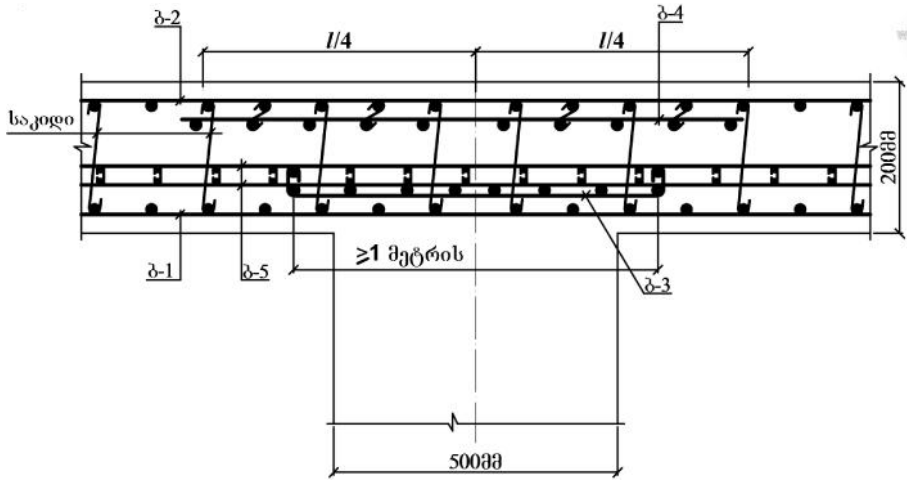
მრავალსართულიან კარკასულ შენობებში გადახურვა ურიგელო ფილების გამოყენებით თანამედროვე მშენებლობაში, როგორც ჩვენს ქვეყანაში ისე საზღვარგარეთ, დიდი პოპულარობით სარგებლობს. უცხოელი ინვესტორები რომლებიც ჩვენს ქვეყანაში აპირებენ ბიზნესის დაწყებას მშენებლობაში, ითხოვენ დაუპროექტონ საოფისე, სასტუმრო თუ საცხოვრებელი სახლი ურიგელო გადახურვით; აღნიშნავენ თავისუფალი ფართის არსებობას და ტექნოლოგიური პროცესების გამარტივებას. სართულშორისი ურიგელო გადახურვები მე-19 საუკუნის დასაწყისიდან არის ცნობილი. მათ იყენებდნენ მაცივრების, საწყობების, სადგომების და სხვა ნაგებობების გადასახურავად. დღეისათვის ურიგელო გადახურვას იყენებენ ყველა ტიპის შენობა-ნაგებობების სართულშორის და სასხვენო გადახურვებში.

2. ძირითადი ნაწილი

ლიტერატურიდან [1] ცნობილია, რომ მონოლითური მრავალსართულიანი კარკასული ურიგელო გადახურვის შენობების გაანგარიშება ხდება სხვადასხვა ავტომატიზირებული პროგრამებით, რომელიც განკუთვნილია გამომთვლელი მანქანებისათვის. გაანგარიშების მეთოდებში გამოყენებულია ზღვრული წონასწორობის მეთოდი და სასრულ ელემენტთა მეთოდი. ორივე მეთოდით შექმნილი საანგარიშო პროგრამები წარმატებით მუშაობს სხვადასხვა ქვეყნებში და ჩვენთანაც.

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს პროგრამები გამომთვლელი მანქანებისათვის წრფივი გაანგარიშების ჩატარება საპროექტო პრაქტიკაში არ არის გამოყენებული. ასევე არ არის გამოყენებული მასალის დრეკად-პლასტიკური თვისებები. ფიზიკურად ასეთი გაანგარიშების შესრულება აუცილებელია კონსტრუქციაზე მოდებული დატვირთვების გათვალისწინებით და აგების ტექნოლოგიის პირობების დაცვით. იგი ემყარება შემოწმებას და არ შეიძლება გამოყენებული იქნას საჭირო არმატურის კვეთის ფართის დასადგენად ან ელემენტის კვეთის ზომების, ზიდვის უნარის და სხვა დასაზუსტებლად.

მონოლითური კარკასული შენობის ურიგელო გადახურვის დაარმატურების ტრადიციული ალტერნატიული სქემა შეიძლება იყოს ფილაში ფარული „რიგელის“ სქემა.

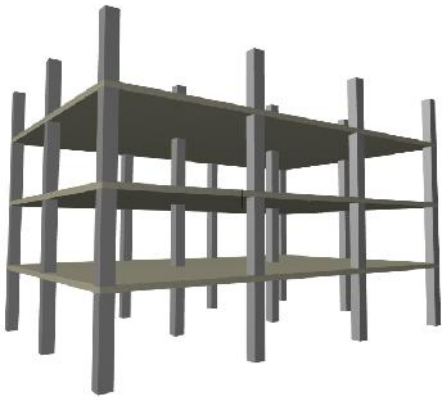


ნახ. 1 კარკასული შენობის ურიგელო გადახურვის ფილის კონსტრუირება ფარული „რიგელის“ სქემის მიხედვით. ბ-1 ფილის მალის ბადე; ბ-2 სვეტის თავის ზოლის ბადე; ბ-3 ფილაში ფარული „რიგელის“ მუშა ბადე; ბ-4 სვეტის პერიმეტრზე განთავსებული ბადე; ბ-5 ბიჯის მიმართულებით ფარული რიგელის მუშა არმატურა.

ამ შემთხვევაში ძირითადი ზედა და ქვედა გრძივი არმატურა განლაგებულია მაქსიმალური მღუნავი მომენტისა და განივი ძალის მოქმედების არეში, სივრცითი კარკასის სახით. ბრტყელ ურიგელო გადახურვაში გაჩნდა პირობითი რიგელი.

კარკასული შენობის ურიგელო გადახურვის გაანგარიშებისას შენობის გეგმა დაყოფილია მალის და სვეტის თავის ზოლებად. კარკასის მალის ზოლის დაარმატურება ხდება ქვედა გაჭიმულ სიბრტყეში მაქსიმალური მალის მომენტის მიხედვით შერჩეული არმატურით, ხოლო სვეტის თავის ზოლში საყრდენი მომენტის მიხედვით შერჩეული არმატურით, ხოლო სვეტის თავის ზოლში საყრდენი მომენტის მიხედვით. შერჩეული არმატურა განთავსებულია ზედა სიბრტყეში. განივი არმატურა, რომელიც განთავსებულია ფარული „რიგელის“ მუშა ღეროების ირგვლივ უზრუნველყოფს გადახურვის ფილის წინაღობას ჩაჭყლეტაზე სვეტის პერიმეტრზე.

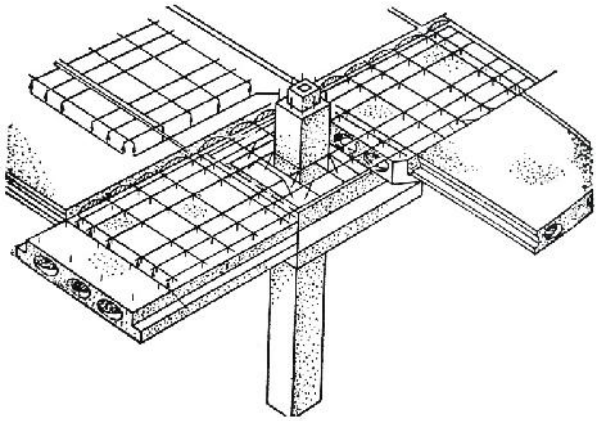
პირობითი რიგელის სიგანე აიღება არაუმეტესი ვიდრე სვეტის ორი კვეთის ზომა, ან l/6 კარკასის მალის და არაუმცირესი ერთი მეტრისა. ამასთან პირობით რიგელში ძალვები გამოითვლება პროგრამის საშუალებით ავტომატიზირებულად.



ნახ. 2 მონოლითური ურიგელო გადახურვის სქემა

საზღვარგარეთ ძალიან გავრცელებულია ასაწყობ-მონოლითური ურიგელო გადახურვები, რომლის მზიდ კონსტრუქციას წარმოადგენს მონოლითური რკინაბეტონის კარკასი, ხოლო გადახურვები განხორციელებულია ასაწყობი

ღრუტანიანი ფილებით. ასეთი კონსტრუქციული სქემა პირველად განხორციელებული იყო ბელორუსიაში.



ნახ. 3 ასაწყობ-მონოლითური კარკასული შენობის კონსტრუირება

ასაწყობ-მონოლითური კარკასული შენობის ურიგელო ბრტყელი გადახურვა განხორციელებულია მრვალსიღრუიანი ფილებით, სისქით 22სმ და სვეტის თავის ზოლში მონოლითური რკინაბეტონის ფილის სიბრტყეში ფარული „რიგელით“. ასაწყობი ფილები ეყრდნობა მონოლითურ პირობით რიგელს, რომელსაც აქვს 4სმ სიდიდის ნაშვერები. ყველა ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ დატვირთვას იტანს კარკასი, დიაფრაგმა ან სიხისტის ბირთვი.

ასაწყობ-მონოლლითური რკინაბეტონის ურიგელო კარკასული შენობები ფარული „რიგელით“ ფართოდ გამოიყენება სამოქალაქო მშენებლობაში. როგორც ლიტერატურიდან არის ცნობილი [2;3] ასეთ შენობებზე ჩატარებულია ლაბორატორიული კვლევები და ნატურალური ექსპერიმენტები, შედეგები დაკმაყოფილებულია. ასეთი შენობების აგება რეკომენდირებულია სეისმურად აქტიურ რეგიონებშიც კი.

მკვლევარების მიერ შემოთავაზებულია წინასწარდაძაბული ფილის გამოყენება [2]. ლიტერატურიდან ასევე ცნობილია სხვადასხვა ტიპის კარკასული სისტემებისას ბრტყელი ურიგელო გადახურვის გამოყენება.

მკვლევარების მიერ ცდებით მიღებული შედეგებით შედგენილია მასალების, ბეტონისა და არმატურის ხარჯი, რომელიც მოცემულია ცხრილ 1-ში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს არმატურის ხარჯი შედარებით მცირეა ასაწყობ-მონოლითურ კარკასულ შენობებში. ეს მოვლენა ახსნილია შემდეგნაირად:

1) გამოყენებულია მრავალსიღრუიანი მცირე საკუთარი წონის ფილები;
2) გამოყენებულ ფილებში განთავსებულია წინასწარდაძაბული არმატურა.

მონოლითური კარკასული შენობის ურიგელო გადახურვით კონსტრუირების ტრადიციული სისტემის სქემის გამოყენებისას კონსტრუირება ხდება შედუღებული ბადეებით, რომელსაც აქვს ყველაზე დიდი ლითონის ხარჯი (12÷50)კგ/მ^2, დამოკიდებულია სვეტებს შორის მანძილზე.

მონოლითური კარკასული ურიგელო შენობა ფარული „რიგელის“ სისტემის გამოყენებით, სადაც დადგენილია არმატურის კონცენტრაცია ძალვების მიხედვით, შედარებით ნაკლებია არმატურის ხარჯი ვიდრე ტრადიციული დაარმატურების გამოყენების შემთხვევაში.

იტერატურიდან ასევე ცნობილია, რომ არმატურის ხარჯი შემცირდა (15÷30)%-მდე. ეს ეკონომია იზრდება სვეტებს შორის მანძილის გაზრდის შემთხვევაშიც. ლიტერატურიდან ცნობილია [3;4], რომ რეალური შენობის

დაპროექტებისას სვეტების ბადით (6.6x6.8)მ. 16 სართულიანი მონოლითური კარკასული შენობა ურიგელო გადახურვით ფარული „რიგელით“, ფილის დაარმატურებამ, რომლის სისქე 200მმ-ია, შეადგინა 16.25 კგ/მ^2, რაც შეესაბამება ექსპერიმენტით მიღებულ შედეგს. ექსპერიმენტით მიღებული მასალის ხარჯი მოცემულია ცხრილ 1-ში.

ცხრილი 1

კარკასის ტიპი	ბეტონის ხარჯი (მ^3/მ^2)	არმატურის ხარჯი (კგ/მ^2)
მონოლითური კარკასი ურიგელო გადახურვით	0.19	19.1
ასაწყობ-მონოლითური კარკასული შენობის ურიგელო გადახურვა	0.17	16.1
მონოლითური კარკასული ურიგელო გადახურვა ფარული „რიგელით“	0.162	16.25

3. დასკვნა

1. როგორც ცხრილიდან ჩანს ასაწყობ-მონოლითური კარკასული შენობა ურიგელო გადახურვით ფარული „რიგელის“ სქემით არის უფრო ეკონომიური ბეტონისა და არმატურის ხარჯის მიხედვით, ვიდრე მონოლითური კარკასული ურიგელო გადახურვები.
2. ფარული „რიგელის“ სქემის გამოყენების შემთხვევაში მონოლითურ კარკასულ ურიგელო გადახურვებში არმატურის ხარჯი შემცირდა (15÷30)%-მდე ვიდრე მონოლითურ კარკასულ შენობებში ურიგელო გადახურვით (19.1÷16.25)კგ/მ^2.
3. ასევე შემცირდა ბეტონის მოცულობაც (0.19÷0.162)მ^3/მ^2.

ლიტერატურა

1. Л.Л Палшин, А.Ю Родина, Н.А Беликов – Методические указания по расчёту монолитного безбалочного перекрытия, Москва, 2011, стр. 155.
2. В.И Мурашов, Э.Е Сигалов, В.И Баиков – Железобетонные конструкции; Обший курс, Москва, 1962, стр 648.
3. ლ. კახიანი, ლ. ბალანჩივაძე, გ. ბობღიაშვილი – სართულშორისი ურიგელო გადახურვა, სამეცნიერო ტექნიკური ჟურნალი „მშენებლობა“ №3(34), 2014წ. გვ. 47; 50.
4. სამშენებლო ნორმები და წესები „ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციებში (პნ. 03.01.09) თბილისი, 2009, გვ. 130.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარები

ლ. ჩადუნელი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ. კოსტავას ქ. №77, 0175 თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *როგორც საყოველთაოდ ცნობილია ცემენტბეტონის ფენილები ხანმედეგობით აღემატება ასფალტბეტონისას, თუმცა მათი სატრანსპორტო-საექსპლუატაციო მაჩვენებლები გაცილებით დაბალია. აქედან გამომდინარე აქტუალურია ისეთი საგზაო ფენილების შექმნა, რომლებიც ასფალტბეტონის და ცემენტბეტონის საფარების დადებით თვისებებს აერთიანებს. ამ თვალსაზრისით ერთ-ერთ პერსპექტიულ მიმართულებას წარმოადგენს ე.წ. ნახევრადხისტი ფენილები. სტატიაში განხილულია ასეთი ფენილების კონსტრუქციული თავისებურება და უპირატესობა.*

საკვანძო სიტყვები: *ასფალტბეტონის საფარი, ცემენტბეტონის საფარი, ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარი.*

1. შესავალი

ბოლო წლებში ჩვენს ქვეყანაში ასფალტბეტონის საფარების მშენებლობის პირობები არსებითად შეიცვალა. ეს განპირობებულია იმით, რომ საავტომობილო გზების ქსელისა გაფართოებამ მოხმარებული ასფალტბეტონის მოცულობის მკვეთრი ზრდა გამოიწვია, ამავდროულად ყოველწლიურად მცირდება მოპოვებული ნავთობის ბიტუმის მოცულობა ნავთობის საერთო მოცულობასთან მიმართებაში.

მიუხედავად ბოლო წლების მნიშვნელოვანი წინსვლისა, ჩვენს ქვეყანაში შედარებით ნაკლებად იყენებენ ცემენტ–ბეტონის საფარებს, რომლებიც ძვრისადმი მდგრადობის და ხანგამძლეობის მიხედვით აღემატება ასფალტბეტონის, საფარებს, თუმცა სატრანსპორტო–საექსპლუატაციო თვისებების მიხედვით (უნაკერობა, უხმაურობა, მადემფირებელი უნარი, ტექნოლოგიურობა) არსებითად ჩამორჩებიან მათ. ცხადია ხელსაყრელია ისეთი საგზაო საფარების შექმნა, რომლებიც ასფალტბეტონის და ცემენტბეტონის საფარების დადებით თვისებებს აერთიანებს. ამ თვალსაზრისით ერთ-ერთ პერსპექტიულ მიმართულებას წარმოადგენს არახისტი ასფალტბეტონის საფარის ტანში ცემენტის მასალისგან შემდგარი ხისტი მაკროელემენტების შეყვანა, რაც განაპირობებს როგორც მასალის, ისე მთლიანად საფარის კონსტრუქციის სიხისტის გარკვეულ გაზრდას.

2. ძირითადი ნაწილი

ცემენტის მასალებისგან დამზადებული ხისტი ელემენტების შემცველი ნახევრადხისტი საფარები პრინციპულად განსხვავდება ასფალტბეტონისგან დამზადებულ არახისტი საფარებისაგან.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარების შექმნის ერთ–ერთი ძირითადი პრინციპი მდგომარეობს ხისტი და არახისტი ელემენტების ურთიერთჩაჭიდების უზრუნველყოფაში, რომელიც განაპირობებს მათ ერთობლივ მუშაობას დატვირთვის ქვეშ.

ნახევრადხისტმა საფარებმა პრაქტიკული გამოყენება ჰპოვეს როგორც საქართველოში ასევე უცხოეთში საგზაო და სააეროდრომო მშენებლობისას.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარების გამოყენების პერსპექტიულობა განპირობებულია არა მარტო ძვრისადმი მომატებული მდგრადობით, არამედ ბიტუმის მნიშვნელოვანი ეკონომიისა და ადგილობრივი ქვის მასალების ფართო გამოყენების შესაძლებლობით.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარების სტრუქტურა ზოგადად წარმოადგენს არახისტი გარემოს და ხისტი ელემენტების ჩონჩხს. არახისტი

გარემო შეიძლება წარმოდგენილი იყოს ასფალტბეტონით, შავი ღორღით და ბიტუმით დამუშავებული სხვა სახის მსხვრეული ქვის მასალით. ხისტი ელემენტები შეიძლება წარმოდგენილი იყოს მატრიცების, გრანულების, ძელაკების სივრცული გისოსების, ან სხვა სახის დისკრეტული ფაზით, ძირითადად, ქვიშა–ცემენტის ხსნარისგან.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარი წარმოადგენს არახისტი (ასფალტბეტონის) და ხისტი (ცემენტ-ბეტონის) საფარების შეხამებას, რომლებსაც როგორც ერთის, ისე მეორის დადებითი სატრანსპორტო–საექსპლუატაციო თვისებები გააჩნიათ. მათგან გადამწყვეტია ძვრისადმი გაზრდილი მდგრადობა.

ასეთი საფარები თვლების ვერტიკალური დატვირთვის ქვეშ მუშაობს, როგორც არახისტი საფარი, ხოლო - ჰორიზონტალური დატვირთვის ქვეშ – როგორც ხისტი საფარი.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარები ძირითადად განკუთვნილია საავტომობილო გზების, საქალაქო ქუჩების (გზების) სავალი ნაწილის, აეროდრომების ასაფრენი–დასაფრენი ზოლების, სამრეწველო ობიექტების მოედნების და სხვ. მოსაწყობად.

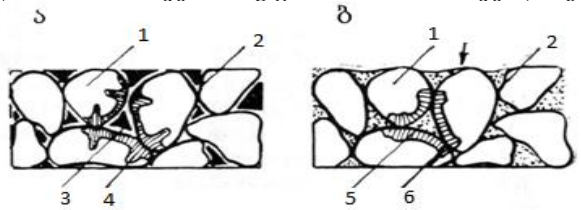
ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარების გამოყენება მაქსიმალურად ეფექტურია მთიანი რელიეფის და ცხელი კლიმატის პირობებში, განსაკუთრებით თვლების ჰორიზონტალური დატვირთვის ინტენსიური ზემოქმედების მქონე გზების მონაკვეთებზე.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარების ძვრისადმი მდგრადობის ზრდის ძირითადი მიზეზია ჰორიზონტალური მიმართულებით მათი სიხისტის გაზრდა.

საფარის სიხისტე შეიძლება გაზრდილ იქნეს ბიტუმ–მინერალურ სისტემაში ქვიშა–ცემენტის ხსნარისგან შემდგარი ხისტი დისკრეტული ფაზის წარმოქმნით.

ხისტი ფაზა შეიძლება წარმოიქმნას შავი ღორღის ფენის ქვიშა–ცემენტის ხსნარით გაჟღენთის გზით. ამ დროს კომპოზიციური მასალის სტრუქტურა წარმოადგენს ორ, ერთმანეთზე მჭიდროდ მოდებულ (მომიჯნავე), ბუნებრივი ქვისგან (ღორღისგან) და ხელოვნური ქვისგან (გაქვავებული ქვიშა–ცემენტის ხსნარისაგან) შემდგარ მყარ ფაზებს, რომლებიც ერთმანეთთან ბიტუმითაა დაკავშირებული.

გაქვავებული ქვიშა–ცემენტის ხსნარისგან შემდგარი ხისტი მაკრო–ელემენტები ხისტ კარკასს ქმნის არახისტი საფარის ტანში და მკვეთრად ზღუდავს ღორღის ფარდობით გადანაცვლებას, რომელიც ძვრის დეფორმაციებისთვისაა დამახასიათებელი. გარდა ამისა, ქვიშა–ცემენტის ხსნარიგან შემდგარი ხელოვნური ქვა, რომელსაც შავი ღორღის ფენის სიცარიელეთა ფორმა აქვს, ათანაბრებს საკონტაქტო ძაბვებს და ამით ძაბვების უფრო თანამარ ველს ქმნის ნახ. 1.



ნახ. 1. არახისტი და ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარის მასალათა სტრუქტურის ფრაგმენტი: ა – არახისტი საფარის; ბ – ნახევრადხისტი საფარის; 1 – შავი ღორღი; 2 – ბიტუმური (ბიტუმ–მასტიკის) აფსკი; 3 – ბიტუმ–ქვიშოვანი ნარევი; 4 – ქვიშა–ცემენტის ხსნარი; 5, 6 – საკონტაქტო ძაბვების ეპიურები

ნახევრადხისტ საფარებში თავიდან აიცილება საკონტაქტო ძაბვების კონცენტრაციის შესაძლებლობა და ამიტომ არსებითად მცირდება ქვის მსხვრევა კონტაქტის ადგილებში. ეს იძლევა შედარებით ნაკლები სიმტკიცის მქონე ქვის მასალის გამოყენების საშუალებას.

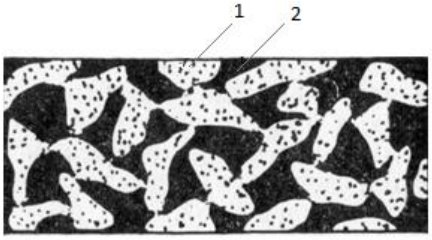
ასეთი სტრუქტურისთვის ბიტუმის აფსკები დამაკავშირებელ რგოლს წარმოადგენს და დისკრეტულ მყარ კომპონენტებს შორის დრეკად–ბლანტ–

პლასტიკური სახსრების სახით წარმოგვიდგება. ბიტუმის აფსკებს შეუძლიათ დეფორმაციის დროს წარმოქმნილი საკონტაქტო ძაბვების რელაქსირება. ეს საფარების ტემპერატურული ნაკერების გარეშე მოწყობისა და არახისტი საგზაო სამოსების თეორიის დებულებების ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარებისთვის გამოყენების საშუალებას იძლევა.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარების ფიზიკურ–მექანიკური მაჩვენებლები ნაკლებადაა დამოკიდებული ტემპერატურისა და დეფორმირების სიჩქარისაგან. ამასთან ერთად, დეფიციტურ ბიტუმზე შემცირებული მოთხოვნილება არსებითად აუმჯობესებს ასეთი საფარების ეკონომიკურ მაჩვენებლებს.

საგზაო სამოსის მუშაობის საიმედოობა იზრდება ზედა ფენებში ხისტი შუაშრის განლაგებისას, ვინაიდან სწორედ ზედა ზონა განიცდის შეკუმშვას ვერტიკალური დატვირთვისგან საგზაო სამოსის ჩაზნექისას.

კომპოზიციურ მასალებს ასევე უნდა მივაკუთვნოთ ასფალტბეტონი (უპირატესად ქვიშოვანი), რომელიც შეიცავს გრანულირებულ ქვიშა–ცემენტის ხსნარს, რომელსაც შეუძლია ხელოვნური ღორღის წარმოქმნა ასფალტბეტონის ტანში. ხსნარის რაოდენობაზე დამოკიდებულებით ხელოვნურ ღორღს შეუძლია წარმოქმნას უკონტაქტო ან კონტაქტური სტრუქტურა, რომელიც უფრო მდგრადია ძვრის დეფორმაციის წინააღმდეგ (ნახ. 2).



ნახ. 2. ქვიშოვანი ასფალტბეტონის და ქვიშა–ცემენტის ხსნარისგან შემდგარი კომპოზიციური მასალის სტრუქტურის ფრაგმენტი: 1 – ქვიშოვანი ასფალტბეტონი; 2 – ქვიშა–ცემენტის ხსნარისგან შემდგარი ხელოვნური ღორღი

ასეთი ტიპის ნახევრად ხისტი კომპოზიციური საფარები შეიძლება მოწყობილ იქნას ახალი ქვიშა–ცემენტის ხსნარის დაწვრილმანების (15–25 მმ მარცვლების ზომის გრანულების სახით), მათი ასფალტბეტონის ნარევთან შერევის და გზაზე ერთობლივი დაგებისა და გამკვრივების გზით.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარის დაძაბულ–დეფორმირებული მდგომარეობა, რომელიც არსებითად განსხვავდება დრეკად საფუძველზე მყოფი ცემენტ–ბეტონის ფილებისგან, გვაძლევს საბაბს ისინი არახისტი საფარების კატეგორიას მივაკუთვნოთ და გამოვიყენოთ გაანგარიშების შესაბამისი თეორია გარკვეული დამატებით.

3. დასკვნა

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარები ავლენენ როგორც ასფალტბეტონის ასევე ცემენტბეტონის დადებით თვისებებს. მათი გამეყენება განსაკუთრებით ეფექტურია საქართველოს მათაგორიანი და ცხელი კლიმატის პირობებში, რამდენადაც ისინი ჰორიზონტალური ძაბვების წინააღმდეგ მუშობენ, როგორც ხისტი ფენილები.

ლიტერატურა

1. გოგლიძე ვ.მ. ნახევრადხისტი კომპოზიციური საგზაო ფენილები. მეცნიერება. თბილისი 1988.
2. СНиП 3.06.03-85 СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ
3. http://studydoc.ru/doc/4912558/promyshlennye-pokrytiya-densiphalt. გადამოწმებულია 05.06.2016
4. http://www.np-cmid.ru/cmid2dor.pdf. გადამოწმებულია 05.06.2016

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარების მოწყობის ტექნოლოგია

ა. ბურდულაძე. ლ. ჩადუნელი
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, მ.კოსტავას ქ. №77, 0175 თბილისი, საქართველო)

რეზიუმე: *ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარების მოწყობის ტექნოლოგია ხასიათდება გარკვეული თავისებურებით, თუმცა ასეთი საფარებისათვის ძირითადად გამოიყენება ტრადიციული საგზაო მანქანები და აგრეგატები. კონკრეტულ პირობებზე და საფარების კონსტრუქციულ თავისებურებებზე დამოკიდებულებით არაა გამორიცხული, საჭირო გახდეს არსებული საგზაო მანქანებისა და აგრეგატების სპეციალური კვანძებით აღჭურვა. სტატიაში განხილული საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში დამუშავებული ნახევრადხისტ კომპოზიციური საფარების მოწყობის ტექნოლოგიები*

საკვანძო სიტყვები: *ასფალტბეტონის საფარი, ნახევრადხისტი კომპოზიციური ფენილი, ქვიშა-ცემენტის ხსნარი*

1. შესავალი

ამ ბოლო წლებში, როგორც საქართველოში ასევე უცხოეთში, სულ უფრო ფართოდ გამოიყენება ნახევრადხისტი საგზაო საფარები საგზაო და სააეროდრომო მშენებლობისას. მათი გამოყენების პერსპექტიულობა განპირობებულია არა მარტო ძვრისადმი მომატებული მდგრადობით, არამედ ბიტუმის მნიშვნელოვანი ეკონომიისა და ადგილობრივი ქვის მასალების ფართო გამოყენების შესაძლებლობით.

ნახევრადხისტი ფენილების მშენებლობა ხასიათდება გარკვეული თავისებურებით, რაც დამოკიდებულია მის კონსტრუქციულ თავისებურებაზე და კონკრეტულ პირობებზე.

2. ძირითადი ნაწილი

შავი ღორღისა და ქვიშა-ცემენტის ხსნარისაგან ნახევრადხისტი ფენილის მოწყობისას საჭიროა შავი ღორღის ფენის გაჟღენთვა ქვიშა-ცემენტის ხსნარის ჩაწნევით ფენილის ფორებში. ამ მიზნით შესაძლებელია გამოყენებული იყოს ტრადიციული პნევმო ან ვიბროსაგორავები, სამოედნო ვიბრატორები და ა.შ.

გაჟღენთვის ნორმალური პროცესის უზრუნველსაყოფად ხსნარში უნდა შევიყვანოთ სუპერპლასტიფიკატორი. საგორავის გასვლების რაოდენობა შეადგენს 3-4-ს თითოეულ კვალზე.

შავი ღორღის ფენაში ხსნარის ჩაწნევის პროცესი დამთავრებულად ითვლება, როდესაც შავი ღორღი 3–4 მმ-ით არის ამოწეული ქვიშა-ცემენტის ხსნარის ფენის ზედაპირიდან. ღორღის გამოწეული წახნაგები ერთის მხრივ უზრუნველყოფენ ხისტი ფენის ხორკლიანობას, როდესაც იგი გამოიყენება ზედა ფენის სახით, მეორეს მხრივ ზრდის ცხელ ასფალტბეტონის ზედა ფენასთან ჩაჭიდებას, როდესაც ის გამოიუენება ხისტი შუაშრის სახით.

ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარების მოწყობის სრული ტექნოლოგიური ციკლი შემდეგი ოპერაციებისგან შედგება:

1. შავი ღორღის დამზადება ცენტრალურ ბაზებზე და მისი მიწოდება გზაზე ცხელ მდგომარეობაში (130-150 ჩ) ავტოთვითმცლელებით;

2. შავი ღორღის ფენის მოწყობა არსებული ტექნოლოგიის მიხედვით. წინამდებარე ტექნოლოგიის სპეციფიკა მდგომარეობს მხოლოდ იმაში, რომ ერთ კვალზე საგორავის გასვლის რაოდენობა შეზღუდულია ქვიშა-ცემენტის ხსნარით

ადვილად გასაჭღენთი შავი ღორღის მსხვილფოროვანი ფენის წარმოქმნის პირობებით;

3. ადგილზე ან ცენტრალურ ბაზებზე ქვიშა-ცემენტის ხსნარის დამზადება (აუცილებლობის შემთხვევაში პლასტიფიკატორისა და პოლიმერის დამატებით) და გზაზე მისი მიწოდება ავტობეტონმზიდებით, ავტოთვითმცლელებით ან სპეციალურად აღჭურვილი სატრანსპორტო საშუალებებით;

4. ქვიშა-ცემენტის ხსნარის გადმოტვირთვა უშუალოდ შავი ღორღის ფენაზე და მისი მოსწორება საგზაო-სამშენებლო მასალების (ნარევების) თვითმავალი დამგებით, ავტოგრეიდერით ან გრეიდერზე დამონტაჟებული სპეციალური ვიბროლარტყით. ხსნარის ოდენობა 1 კვ.მ-ზე და საფარის გაჭღენთვის სიღრმის 1 სმ-ზე შეადგენს 3,5-4,5 ლ-ს;

5. ცემენტის შეკვრის დაწყებამდე ქვიშა-ცემენტის ხსნარის ჩაწნევა შავი ღორღის მსხვილფოროვან ფენაში პნევმოსაგორავებით ან ვიბროსაგორავებით;

6. ბიტუმის ემულსიის დასხმა საფარის 1 კვ.მ-ზე 0,4 ლ ოდენობით ავტოგუდრონატორით ქვიშა-ცემენტის ხსნარით გაჭღენთილი შავი ღორღის მზა ფენაზე, მისი ზედა ფენის სახით გამოყენებისას და წვრილმარცვლოვანი ასფალტბეტონის ნარევისგან შემდგარი ზედა ფენის დაგება ასფალტდამგებით შესვენების გარეშე, მისი ქვედა ფენის სახით გამოყენებისას, საგორავებით მისი მომდევნო გამკვრივებით.

თუ ხისტი შუაშრე საფუძვლის ზედა ფენის სახით გვემსახურება, ქვიშა-ცემენტის ხსნარით შავი ღორღის ფენის გაჭღენთვისთანავე ასფალტბეტონის ქვედა ფენას აგებენ. ამასთან ასფალტბეტონის ზედა ფენა შეიძლება დაგებულ იქნას რამდენიმე დღის შესვენებით, მაგრამ უკეთესია არ დავაყოვნოთ ერთ დღე-ღამეზე მეტი.

24–საათიანი დაყოვნების შემდეგ მზა საფარი შეიძლება ექსპლუატაციაში გადაეცეს.

ხისტი ელემენტებით არმირებული ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარის მოწყობის ტექნოლოგია არსებითად განსხვავდება შავი ღორღისა და ქვიშა-ცემენტის ხსნარისგან შემდგარი ხისტი შუაშრის ტექნოლოგიისაგან.

ასეთი საფარების მოწყობის ტექნოლოგიურ პროცესში ძირითადია მოცემული კონფიგურაციის ქვიშა-ცემენტის ხსნარის ფენის ან ცალკეული ელემენტების დატანა. ასეთი კონსტრუქციების შესაქმნელად შეიძლება ორი ტექნოლოგიური ხერხის გამოყენება:

1. ქვიშა-ცემენტის ხსნარის მთლიანი ფენის დატანა მისი მომდევნო ჩაწნევით საგორავის მეშვეობით, რომელსაც ზედაპირზე შესაბამისი პროფილის ტრაფარეტი აქვს ბადისებრი ან გოფრირებული ფორმის მიცემის მიზნით.

2. ბადისებრი ან გოფრირებული ფენის დატანა დოლის გორვისას, რომელსაც ზედაპირზე შესაბამისი პროფილის ტრაფარეტი აქვს, ბუნკერიდან ქვიშა-ცემენტის ხსნარის უწყვეტი გამოწნევის გზით.

ასფალტბეტონის ნარევის დაგებისა და მათი ერთობლივი გამკვრივების პროცესში ხსნარისთვის მიცემული ფორმის შესანარჩუნებლად ასფალტბეტონის ნარევის დაგება მხოლოდ ხსნარის მიერ შესაბამისი სიხისტის შეძენის შემდეგაა შესაძლებელი.

ქვიშა-ცემენტის ხნსნარის გოფრირებული ხისტი შუაშრის ჩანართის მქონე ნახევრადხისტი საფარის მოწყობის ტექნოლოგია მოიცავს შემდეგ ოპერაციებს:

1. ქვიშა-ცემენტის ხსნარის დამზადება ცენტრალურ ბაზებზე და გზაზე მათი მიწოდება;

2. ქვიშა-ცემენტის ხსნარის მოსწორება, მაგალითად, ავტოგრეიდერით, 1 კვ.მ–ზე 18–20 ლ-ის ოდენობით;

3. ქვიშა-ცემენტის ფენის პროფილირება აგრეგატის მეშვეობით;
4. ცხელი ან ცივი ქვიშოვანი (წვრილმარცვლოვანი) ასფალტბეტონის ნარევის დაგება ასფალტდამგებებით ახლადდაგებულ ქვიშა-ცემენტის ხსნარზე;
5. ქვიშა-ცემენტის ხსნართან ერთად ასფალტბეტონის ნარევის გამკვრივება საგორავებით.

ქვიშა-ცემენტის ხსნარისა და წვრილმარცვლოვანი (ქვიშოვანი) ასფალტ-ბეტონის ნარევის გამოყენებით ნახევრადხისტი კომპოზიციური საფარის მოწყობის ძირითადი ტექნოლოგიური პროცესია ახალი ხსნარის გრანულირება და მისი შერევა ასფალტბეტონის ნარევთან. ამ პროცესის სრულყოფაზეა დამოკიდებული სტრუქტურული ელემენტების განლაგების თანაბრობა არახისტი საფარის ტანში და, შესაბამისად, საგზაო საფარის სიმტკიცე და ძვრისადმი მდგრადობა

ასფალტბეტონის ნარევთან ქვიშა-ცემენტის ხსნარის შერევის ხერხები შეიძლება სხვადასხვა იყოს. ასეთი ხერხების შემუშავებას საფუძვლად უდევს ასფალტბეტონის ტანში ცალკეული გრანულების, ზომით 10-15 მმ-დან 25-35-მმ-მდე) სტრუქტურული აგრეგატების წარმოქმნის პრინციპი. ეს შეიძლება განხორციელდეს ასფალტბეტონის ნარევის დაგებისას უშუალოდ ასფალტდამგების შნეკიანი გამანაწილებლის კვანძში ქვიშა-ცემენტის ხსნარის წნევის ქვეშ მიწოდების გზით. ამასთან ხსნარის გრანულების წარმოქმნის მიზნით ის ცალკეული პორციებით უნდა მიეწოდებოდეს.

კომბინირებული ნარევი შეიძლება მიღებული იქნას ასფალტბეტონის ნარევში ქვიშა-ცემენტის ხსნარის უშუალოდ დოლური ტიპის სარევში შეყვანის გზით, რომელიც თავისუფალი შერევის პრინციპით მუშაობს. ამასთან ქვიშა-ცემენტის ხსნარს უნდა ჰქონდეს ხისტი კონსისტენცია და ფხვიერ მდგომარეობაში უნდა იმყოფებოდეს, რაც მისი დაწვრილმანებით მიიღწევა ცემენტის შეკვრის შემდეგ.

3. დასკვნა

ნახევრადხისტი ფენილების მშენებლობის ტექნოლოგიური თანმიმდევრობა დამოკიდებულია მის კონსტრუქციულ თავისებურებაზე და კონკრეტულ პირობებზე.

ამასთანავე მათ მოსაწყობად ძირითადად გამოიყენება არსებული მანქანა დანადგარები, მხოლოდ საჭირო იქნება მცირეოდენი კორექტივების შეტანა

ლიტერატურა

1. გოგლიძე ვ.მ. ნახევრადხისტი კომპოზიციური საგზაო ფენილები. მეცნიერება. თბილისი 1988.
2. СНиП 3.06.03-85 СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ
3. http://cmet4uk.ru/_fr/131/DENSIPHALT.pdf. გადამოწმებულია 06.08.2016
4. http://www.findpatent.ru/patent/242/2426829.html. გადამოწმებულია 08.08.2016

კედლების ახალი სიცოცხლე

მ. მენაბდე
(საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,საქართველო, 0175, თბილისი, კოსტავას 77)

რეზიუმე: *წინამდებარე სტატია ეხება შენობათა ფასაების თანამედროვე ტექნოლოგიებით რეკონსტრუქციისა და რევიტალიზაციის საშუალებებს და მაგალითებს.*

საკვანძო სიტყვები: *ფასადი, რევიტალიზაცია, ორნამენტი, ნანოტექნოლოგია.*

1. შესავალი

არქიტექტურაში მტკივნეულ და ამავე დროს მეტად აქტუალურად წარმოჩნდება ტიპობრივი საცხოვრებელი სახლების ფასადების აუცილებელი განახლების, რევიტალიზაციის საკითხი.ძველი კლასიცისტური ფასადები, კარგახანია წარსულს ჩაბარდა. არ შეიძლება არ აღინიშნოს, რომ მათი უპირატესობა გახლდათ ის, რომ ორდენებითა და ორნამენტებით მორთულ კედელს თითქოს შეეძლო კომუნიკაცია გარემოსთან. თუმცა გაცოცხლებული კედელი შემდგომში გააშიშვლეს, ჩამოაშორეს ყოველგვარი ფორმა და ორნამენტი.მას აღარ შეეძლო რაიმე ემოციის გამოხატვა. დროთა განმავლობაში ეს უსიცოცხლო სიბრტყე კედელი პრობლემად გადაიქცა. ფასადი გაქრა მან დაკარგა მხატვრული ღირებულება.

2. ძირითადი ნაწილი

ის რაც თბილისში ახლაც მოგვწონს სტალინის პერიოდისაა. შემდეგ კი დაიწყო “არქიტექტურული ხრუშოვიზმის” ეპოქა.სამწუხაროდ ეს არქიტექტურული ხრუშოვიზმი არ დასრულდა ხრუშოვის არც თანამდებობიდან გადაყენების და არც მისი წასვლის შემდეგ.ის საკმაოდ დიდ ხანს გაგრძელდა, თითქმის საბჭოთა ქვეყნის დაშლამდე.

დღეს თბილისის საცხოვრებელი მასივები, კვარტლები და შემდგომ უკვე მიკრორაიონები მოითხოვენ აუცილებელ სახეცვლილებას. აქ ნამდვილად წარმოჩენილია ერთ-ერთი მთავარი მიზეზი იმ დამთრგუნველი ერთფეროვნებისა, რომელიც გადაედო ყოფილი საბჭოთა კავშირის ქალაქებს. სამშენებლო დეტალების უნიფიცირებით იქმნებოდა საშიშროება თვით ცხოვრების უნიფიცირებისა.

თუ რომელიმე შენობის მიმართ სიტყვას “არქიტექტურას” გამოვიყენებთ, ეს ნიშნავს, რომ შენობას აქვს გარკვეული ხასიათი.სამწუხაროდ დღესაც კი ბევრ შენობას მათი უხასიათობის და არაგამომსახველობის გამო სიტყვა არქიტექტურა ძნელად მიესადაგება ის უბრალოდ შენობაა.

თუ კი ჩვენ შენობების ფასადებიდან ჩამოვხსნით მორთულობას და რთულ ორნამენტს, ისინი ალბათ ისეთი მიმზიდველები აღარ იქნებიან. ეს იმას ნიშნავს, რომ თვითოეული შემოქმედი შენობის ზედაპირს რთავს უპირველეს ყოვლისა სილამაზისათვის.

ნაგებობას მუხტავს ენერგეტიკით, რომელიც შემდეგ მაყურებელზე ემოციურ ზემოქმედებას ახდენს.

არქიტექტურაში კი ეს ფუნქცია განიხილებოდა, როგორც ტყუილი. ფასადი გაქრა და დარჩა მხოლოდ ჩვეულებრივი კედელი, რომელმაც დაკარგა მხატვრული ღირებულება და ფუნქცია

“თანამედროვე არქიტექტურა”, რომელიც შემოიფარგლა კონსტრუქციით და ფუნქციით სივრცეში გახდა არქიტექტურად მხოლოდ არქიტექტორებისათვის, რომელიც არაფერს არ ეფუძნება ამიტომ დაკარგა კავშირი საზოგადოებასთან.

არქიტექტურა დამუნჯდა. ფუნქციონალიზმი ახშობდა შენობათა მიმზიდველობას. მკვდარი ფუნქციონალიზმი შენობას ხდიდა მოხერხებულს და ადამიანების მოთხოვნებებიდან გამომდინარე მორჩილს.

კარკასმა გაათავისუფლა ფასადი მზიდი ფუნქციისაგან.ფასადის, როგორც დამცავი ზღუდარის, საჭიროება მოიხსნა. კლასიკურ პარადიგმაში გარეგნობა შინაგან სტრუქტურას გადმოსცემს, მოდერნისტულში შეუძლია, როგორც გადმოსცეს, ასევე დამალოს. ქვა, ხე, აგური წონას აღარ იტვირთავს და თუ დღეს მათი გამოყენება კვლავ გრძელდება, ეს მხოლოდ ისტორიულ-კულტურული მემკვიდრეობის მოთხოვნით და არა სტრუქტურული საჭიროებითაა განპირობებული. ფასადი ჩამოყალიბდა ერთგვარ ნიღბად, რომელსაც აღარ ევალება გამოაჩინოს რა ხდება მის მიღმა. ნიღაბი მალავს და არა ავლენს, ნიღაბი ავტონომიური გარეკანია, რომელსაც აკისრია გარკვეული გზავნილის გადაცემა და არა შენობაში მიმავალი პროცესების განმარტება. შენობის ნიღაბი გარსი, გარეკანი არქიტექტურის კონვერტად იქცა:გარედან რომ შეხედავ იგი რაღაცას წარმოგვიდგენს, მაგრამ სინამდვილეში არ ვიცით, რა შინაარსს მალავს.

დღეს XXI ს-ის დასაწყისში თანამედროვე ნაგებობების ფასადთა სიბრტყეებზე ისევ გამოჩნდა ორნამენტი. იცვლება ორნამენტის გამოყენების ესტეთური პრინციპები. ცვლილებები იმდენად ნათელია, რომ მათი აღქმა, საზოგადოებასთან ადაპტაცია უკონფლიქტოდ შეუძლებელია. ამ ცვლილებების გენერატორი არის ახალი მეცნიერება ნანოტექნოლოგია. მაღალი ტექნოლოგიები იძლევა საშუალებას შეიქმნას ციფრული, მედია, კინეტიკური, ფრაქტალური ფასადები, რომლებიც ინოვაციურია. ასეთი ფასადები წარმოადგენენ ვირტუალურ საგამოფენო სივრცეებს, რომელიც ხელს უწყობს საზოგადოებასთან კომუნიკაციას, რადგან ინფორმაციულია და თავისუფალია გადმოცემაში. მაღალი ტექნოლოგიები იძლევა საშუალებას შენობათა სიბრტყეების მართვის, შექმნან მუდმივი მოძრაობა და დაარღვიონ არქიტექტურული ჩანაფიქრი არარეალური რეალურად წარმოაჩინონ. შენობების ფასადის ყველა ელემენტის მოძრაობით იქმნება ახალი პლასტიური და კომპოზიციური სტრუქტურები მოძრაობაში თამაშდება რეალობა.

ამ შესანიშნავი ტექნოლოგიებიდან რამოდენიმეს გამოვყობთ:

ჰიპერზედაპირი

ასე უწოდებენ ახალ მასალას ან თუნდაც ახალ გამოგონებას რომელიც ასევე ფასადების შესამოსადაა გამოყენებული. ეს არის ზედაპირი სივრცეში რომელსაც შეიძლება უამრავი განზომილება ჰქონდეს.

1991 წ. მასაჩუსეტის უნივერსიტეტის დოცენტმა მარკ გაულტორპმა შექმნა სტუდია “decoi” ეს არის სტუდია სადაც იქმნება თეორიული და პრაქტიკული ელემენტები დიზაინისა, არქიტექტურისა და ხელოვნებისა.საკმაოდ ცნობილი და წარმატებული სტუდიაა,

რასაც მრავალ კონკურსებში აღებული პრიზებიც კი ამტკიცებენ.

ჰიპერზედაპირის პროექტზე მუშაობა გრძელდებოდა 1999-2001წწ. გაულტორპმა ამ პტოექტისათვის შეკრიბა მრავალი სპეციალისტი სხვადასხვა პროფესიებითა და განხრებით: არქიტექტორები, ინჟინრები, მათემატიკოსები პროგრამისტები და სხვა მრავალი სპეციალისტი.

ყპოსურფაცე არ არის არანაირი მათემატიკური გამოთვლა არც რაიმე დადგმული კომპიუტერული ეფექტი.ეს არის მსოფლიოში პირველი ეკრანი, რომელიც ასახავს მოცულობით მოძრაობას. მასზე შეიძლება განთავსდეს ნებისმიერი წარწერა ან თუნდაც რეკლამა. ნახატი ან თუნდაც ქანდაკება. ის

საკმაოდ საინტერესო გამოსაყენებელია ვიდრე ჩვეულებრივი კედელი, რომელიც უბრალოდ იცვლის ფერს ან თუნდაც ქმნის ტალღას.

კედელი შესდგება სამკუთხა მეტალის ფორმებისაგან რომელიც ერთმანეთთან სულაც არ არის მჭიდროდ დაკავშირებული და ეს ერთმანეთის შუაში დატოვებული სივრცე აძლევს საშუალებას იმოძრაონ ამ ფორმებმა თავისუფლად.სამკუთხა ფორმები შეიძლება შეიღებოს ნებისმიერ ფრად ან თუნდაც მიეცეს არეკვლის ეფექტი,რაც კედელს მეტ ეფექტურობას მისცემს.მეტალის ფორმები დამაგრებულია პნევმატურ დგუშებზე, რომელბიც მოძრაობენ ელექტროენერგიის მეშვეობით.სპეციალურად “ Hyposurface” დაწერილი პროგრამა გვაძლევს საშუალებას ჩავტვირთოთ და გამოვსახოთ ყველა ის ტექსტი თუ ფორმა რომელიც გვინდა გამოისახოს კედლის საშუალებით.

მედია ფასადი

მედია ფასადები ფართოდ არის გავცელებული. ასეთი ფასადები წარმოადგენენ ვირტუალურ საგამოფენო სივრცეებს, მსგავსი მიგნება ხელს უწყობს ინფორმაციის გადაცემას. საზოგადოებასთან ვიზუალურ კომუნიკაციას ახორციელებენ კომპიუტერული ურთულესი პროგრამების საშუალებით. ნებისმიერი შენობის ფასადი გაცოცხლებულია, მათში დაშიფრულია ინფორმაცია მეტრული და ორგანზომილებიანი კოდების საშუალებით,რომლებიც ორნამენტულ ნახატს ქმნიან.წაშლილია საზღვრები გარე სამყაროსთან და შენობას შორის.

ვირტუალური და რეალური არქიტექტურა ერთდროულად არსებობენ თუმცა ხშირად ისინი კვეთენ და ავსებენ ერთმანეთს

სწორედ ვირტუალურისა და ნამდვილი არქიტექტურის კვეთად შეიძლება ჩავთვალოთ მედია არქიტექტურა, რომელიც გულისხმობს ცარიელი კედლების ფეროდოვანი ეკრანებით შევსებას.

უზარმაზარი ფერადი ეკრანები რომლებმაც შეავსეს ცარიელი და უსახური კედლები ისინი იმართებიან კომპიუტერებიდან რისი მეშვეობითაც ნებისმიერი სურათისა თუ ვიდეო კლიპის გაშვებაა შესაძლებელი. ღამე კი ჩაბნელებულ ქალაქში არქიტექტურის მედია ფასადები აცოცხლებენ ბნელ გარემოს და მრავალფეროვნებას სძენენ მას.

კინეტიკური არქიტექტურა

კინეტიკური ხელოვნება (მხატვრული მიმდინარეობა ნეოკონსტრუქტივიზმში), ორიენტირებულია დინამიური მოდელების შექმნაზე, მოწოდებულია გადმოსცეს მოძრაობის არსი. ობიექტის დინამიზმში ნაგულისხმებია არა უბრალოდ ფიზიკური გადაადგილება, არამედ ნებისმიერი ცვლილება, ტრანსფორმაცია, ერთი სიტყვით ნაწარმოების “ცხოვრების” ნებისმიერი ფორმა იმ მომენტში, როდესაც მას უყურებ.

კინეტიკური ხელოვნება ეს არის პროცესი გადმოსცეს წარმოების შინაგანი სამყარო, ისეთნაირად, რომ ასახოს გრძნობები და ემოციები, გააააქტიუროს მაყურებლის აღქმის უნარი. კინეტიკური ფასადის ყველა ელემენტის მოძრაობით იქმნება ახალი პლასტიური და კომპოზიციური სტრუქტურები, მოძრაობაში თამაშდება რეალობა.

დროსთან ერთად ფასადის შეცვლილ საჭიროება უფრო და უფრო იმატებს ფაქტიურად გახდა არქიტექტურის ახალი მიმდინარეობა. ამ პროცესში უამრავი არქიტეტურული კომპანიები არიან ჩართულნი. ეს პროცესი ბოლო წლებში თბილისის არქიტექტურაშიც ვითარდება თუმცა იგრძნობა მინის მოძალება.

ბოლო წლებში თბილისის არქიტექტურაში მინის მოძალება იგრძნობა.გასაკვირი არაფერია იმაში, რომ ხდება ცალკეული არაისტორიული

შენობების ფასადების რეკონსტრუქცია. წარმოდგენილი იყო არაკონტექსტური უინტერესო შენობათა ფასადების რეკონსტრუქციის მაგალითები, თუმცა თბილისში “განახლებას” ვახდენთ მინით და არა სხვადასხვა მხატვრული ხერხებით. მინის არქიტექტურა კი ძვირადღირებული სიამოვნებაა და ამავე დროს მოითხოვს მუდმივ საექსპლუატაციო ხარჯებს. არის გარკვეული ტექნიკური სირთულეებიც შენობის ხელოვნური კლიმატის უზრუნველსაყოფად.ამასთანავე არქიტექტურაში მნიშვნელოვანია მასალის ტაქტით და ალტერნატივით გამოყენება. რა თქმა უნდა მინა გამონაკლისი არ არის.

დროსთან ერთად ფასადის შეცვლილ საჭიროება უფრო და უფრო იმატებს ფაქტიურად გახდა არქიტექტურის ახალი მიმდინარეობა. ამ პროცესში უამრავი არქიტეტურული კომპანიები არიან ჩართულნი. ეს პროცესი მეტად მაშტაბური გახდა და ამის ნათელი მაგალითი კი გახლავთ

“changing the face” - ეს პროექტი ევროპის სხვადასხვა ქვეყნებში ტარდებოდა.არქიტექტორები გერმანიიდან, რუმინეთიდან, ჩეხეთიდან, საბერძნეთიდან და ხორვატიიდან გვთავაზობენ თავის შეხედულებებს ფასადის განახლებისა და რევიტალიზაციისა დუპონტის მასალების გამოყენებით. სხვადასხვა წელს არქიტექტორები წარმოადგენდნენ განსხვავებულ რეკონსტრუქციის პროექტებს: იტალიაში კოლიზეუმის, რუმენეთში სახალხო სახლის, ჩეხეთში თეატრის და სხვა. “changing the face” - “ტიპობრივი პროექტების იერსახის რევიტალიზაცია”- ასეთი პროგრამით ჩატარდა არქიტექტურისა და დიზაინის მე-15 საერთაშორისო გამოფენა “arx mockva” სწორედ ამ თემის რუსეთის პროექტის კურატორების სტუდია«Поле-Дизайн» მიერ მოდერნიზაციის ობიექტად იქცა 1970-80 წლების ტიპობრივი მრავალბინიანი საცხოვრებელი სახლების განახლება, რადგანაც პოსთსაბჭოთა სივრცეში ჯერ კიდევ მრავლად არსებული ასეთი შენობები მოითხოვენ კაპიტალურ რემონტს და ფასადების რეკონსტრუქციას. ამგვარად ამ პროექტმა შეიძინა მაშტაბურობა და პრაქტიკული მნიშვნელობა.შენობის ახალი სახე არქიტექტორებმა სხვადასხვა მასალების გამოყენებით შექმნეს: კომპოზიტური პანელები, კორიანის პანელები, ალესტა-ს საღებავები და მინები. მათი დახმარებით ტიპიურმა უსახურმა სახლებმა შეიძინეს ინდივიდუალობა და მეტი ფუნქციონალურობა.

3. დასკვნა

დღეს უკვე რეალიზებულ პროექტებშია წარმოჩენილი დასავლეთ ევროპისა და საერთოდ მსოფლიოს წამყვანი არქიტექტორების ხედვა, წინადადებები, რეკომენდაციები შენობათა რეკონსტრუქციასა და განახლებისა.გაჩნდა ფასადების ახლებურად გააზრების სრულიად ახალი გადაწყვეტები.

არქიტექტურაში კარგა ხანია არსებობს “გლობალიზაცია” - მას “ინტერნაციონალურ” სტილს უწოდებენ. ამ სტილმა დაფარა თითქმის მთელი სამყარო. არქიტექტურამ აუცილებლად უნდა აუწყოს ფეხი თანამედროვეობას, მაგრამ არსებობს ცნება - ეროვნულობა. “ არ უნდა გავაიგივოთ ეს მუდმივად უკან ხედვით უბრალოდ უნდა იყოს იმის შეგრძნება, რომ ეს შენია “

ლიტერატურა

1. А.Гутнов. “Мир Архитектуры” М. 1997
2. Ф.Л.Раит “Будущее Архитектуры” М 1960
3. А.А. Тищ Е.В. Воробъва Пластический язык архитектуры М 1986
4. Ч.Дженкс Язык архитектуры постмодернизма М 1985
5. ვ. დავითაია “არქიტექტურა, ოცნება და სინამდვილე”თბილისი-2009

ვენტილირებადი ფასადები (ახალი ტექნოლოგია: შენობების დაცვისა და ექსპლუატაციის ვადის გაზრდის უნიკალური საშუალება)

შენობების (ინდივიდუალური საცხოვრებელი სახლები, კორპუსები, როგორც დაბალ სართულიანი ასევე მაღალსართულიანი, საზოგადოებრივი შენობები, სავაჭრო მოლები, სპორტული და სამრეწველო შენობები) ფასადები, ფასადების დაცვა გარე კლიმატური ზემოქმედებისგან ერთ-ერთი აუცილებელი პირობაა მათი საერთო მზიდუნარიანობის დასაცავად და ექსპლუტაციის ვადის გახანგრძლივებისთვის. ესთეტიკური თვალსაზრისით, სივრცის დაგეგმარებისას ფასადები განსაკუთრებული მოთხოვნების გათვალისწინებით მუშავდება, რადგან სწორედ ის ქმნის ქალაქის და არამხოლოდ ქალაქის არქიტექტურულ იერსახეს.

თანამედროვე მსოფლიოში, განსაკუთრებით მოწინავე ქვეყნებში შენობების ფასადების მოსაპირკეთებლად სულ უფრო და უფრო ფართოდ გამოიყენება ე.წ. „ვენტილირებადი ფასადები“. ეს ტექნოლოგია ითვალისწინებს სავენტილაციო მცირე სივრცის მოწყობას, რომელიც განლაგდება შენობის კედელსა და მოსაპირკეთებელ დეკორატიულ მასალას შორის. ის უნდა განლაგდეს ჰიდრო იზოლაციის ზევით. თავისუფლად ცირკულირებადი ჰაერი კი აუცილებელია კონდესაციის

შედეგად წარმოქმნილი ტენისა და ნესტის მოსაცილებლად, ხოლო დეკორატიული გარე ფენა საიმედოდ იცავს შენობის ზედაპირს გარე ზემოქმედებისგან.

ვენტირილებადი ფასადების ტექნოლოგიის განსაკუთრებულობა ისაა, რომ არსებობს მცირე ვენტილირებადი სივრცე, რომლის წყალობითაც შენარჩუნებულია ოპტიმალური ტენიანობა ძირითადად კედლებსა და თბოიზოლაციის ფენებს შორის. ასევე საჰაერო ბარიერისა და დამათბუნებლის ხარჯზე აღარ გვაქვს ე.წ „სიცივის ხიდები“. დამცავი დეკორატიული ზედაპირის არსებობა კი დამატებით იცავს მათ მზის სხივების, პირდაპირი ატმოსფერული ნალექების, ავტომობილების გამონაბოლქვის, რადიაციის, ხმაურის, ვიბრაციების და სხვა არასასურველი ფაქტორების ზემოქმედებისგან.

ვენტილირებადი ფასადის ტექნოლოგიით გარე კედლების დათბუნება ითვალისწინებს სამუშაოს შესრულების შემდეგ ეტაპებს:

- ფასადების ჰიდროფობიური და ანტისეპტიკური ნარევით დამუშავება, რომ არ იქნას დაშვებული სოკოსა და ხავსის წარმოქმნის შესაძლებლობა (ხის სახლების შემთხვევაში);
- ორთქლის იზოლაციის დაყენება;
- სპეციალურ დუბელებზე მინერალური ბამბის მონტაჟი;
- დამათბუნებლის დაცვა „მოშვებისგან“ ქარსაწინააღმდეგო ფირით;
- კარკასის მონტაჟი, რომელიც დამატებით აწვება ფირს და მინერალურ ბამბას კედლისკენ და ამავდროულად ასრულებს მზიდი კონსტრუქციის როლს, რომელზეც მოსაპირკეთებელი ელემენტები მაგრდება;
- დეკორატიული ფილების დაყენება;

დეკორატიული ფილები არის სხვადასხვა სახის, ტიპის და სხვადასხვა მასალისაგან დამზადებული. ჩვენი აზრით, ყველაზე პერსპექტიული ეკოლოგიური, ტექნოლოგიური, გამძლეობის და ეკონომიურობის თვალსაზრისით არის კომპაქტ ლამინატის დეკორატიული ფილები.

აღსანიშავია ის გარემოება, რომ საქართველოში ვენტილირებად ფასადებს ჩვენი წინაპრები ხშირად გამოიყენებდნენ, განსაკუთრებით დასავლეთ საქართველოში ხის სახლების ფასადების დასაცავად ატმოსფერული ნალექების და მზის სხივების ზემოქმედებისგან. რა თქმა უნდა ქართველები ტერმინს „ვენტილირებადი ფასადები” არ ხმარობდნენ, მაგრამ მათ შექმნეს ეს კონსტრუქცია, რაც განპირობებული იყო იმით, რომ ხე სუნთქავს და მოითხოვს შესაბამის მოპირკეთებას, და თუ არ დააყენებდნენ ვენტირილებად სისტემას, რაღაც დროის გასვლის შემდეგ ხის ზედაპირი ლპობას დაიწყებდა.

აქედან გამომდინარე, საქართველოში ვენტილირებადი ფასადი ეს არის ახალი, კარგად დავიწყებული ძველი, მხოლოდ გაუმჯობესებული ტექნოლოგიებით და მასალებით.

ალბათ დროა გადავიდეთ ვენტილირებადი ფასადების მოწყობის ტექნოლოგიაზე, როგორც ძველი ექსპლუატაციაში მყოფი შენობების, ასევე ახალი შენობების დაპროექტებისას. რათა ქალაქების არქიტექტურული იერსახე გალამზდეს, გავუხანგძლიოთ ექსპლუატაციის ვადა ძველ და ახალ შენობებს და რაც მთავარია, ადამიანებს მივცეთ საშუალება იცხოვრონ ეკოლოგიურად სუფთა, უხმაურო, უმტვერო და ა.შ კომფორტულ ბინებში.

ზურაბ ეზუგბაია
სამოქალაქო და სამრეწველო მშენებლობის
ტექნოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი,
პროფესორი

რამაზ ჟღენტი
მშენებლობისა და არქიტექტურის
მოდულის ხელმძღვანელი,
პროფესორი

მარინა ჯავახიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
პროფესორი

მალხაზ წიქარიშვილი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
პროფესორი

მილოცვა

მშენებელი ლერი სონღულაშვილი 80 წლისაა

ბატონი ლერი დაიბადა შუა კახეთის ულამაზეს კუთხეში გურჯაანში. 1937 წლის 14 მარტს. საშუალო სკოლაში სწავლის პერიოდში 14 წლის ასაკიდან უამრავ ფიზიკურ სამუშაოებზე უხდებოდა მუშაობა. საშუალო სკოლის დამთავრების შემდეგ წავიდა სამხედრო სავალდებულო სამსახურში, მსახურობდა კალინინგრადის სამხედრო ოლქში (რუსეთი). სამშობლოში დაბრუნების შემდეგ გადაწყვიტა სწავლის გაგრძელება.

მან ბრწყინვალედ ჩააბარა გამოცდები და 1964 წელს ჩაირიცხა საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტის სამშენებლო ფაკულტეტზე. რომელიც დაამთავრა 1969 წელს და მუშაობა დაიწყო თბილისში სამშენებლო-სამონტაჟო სამმართველოში ათისთავად, მალე გადაიყვანეს სამუშაოთა მწარმოებლად, ინჟინრად რომლის ხელმძღვანელობითაც აშენდა სხვადასხვა დანიშნულების ობიექტები. ბატონი ლერი მუშაობის წლებში სულ ფიქრობდა, რომ თავისი ცოდნა გამოეყენებინა იმ კუთხისათვის, სადაც დაიბადა და გაიზარდა, ამიტომაც გადაწყვიტა დაბრუნებოდა თავის ლამაზ კუთხეს და მოღვაწეობა გააგრძელა გურჯაანში.

ლერი სონღულაშვილის ხელმძღვანელობით გურჯაანში აშენდა რამოდენიმე საცხოვრებელი კორპუსი: კურორტ „ახტალის” სასადილოსა და კინოთეატრის კომპლექსი, მეორე სამამულო ომში დაღუპულ გმირთა მემორიალი, მანავის ღვინის ქარხანა. მუშაობდა სასოფლო-საბინაო კომუნალურ გაერთიანებაში მთავრ ინჟინრად, ინდივიდალურ ბინათმშენებლობის უფროსად და სხვა საპასუხისმგებლო თანამდებობებზე.

ბატონი ლერი საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამშენებლო ფაკულტეტზე მიღებულ ცოდნას, როგორც პროფესიონალი ინჟინერ-მშენებელი უთავსებდა მეორე პროფესიას თუ გატაცებას, რასაც თეოსოფია ჰქვია.

მან რუსულიდან ქართულ ენაზე თარგმნა ალექსანდრე კლიზოვსკის, ახალი ეპოქის სამი ტომი, რომელიც გამოიცა 1997 წელს. ასევე ნათარგმნი აქვს პანტეს კირასონის „სამი დღე და სამი ღამე საიქიოში”.

ბატონი ლერი სონღულაშვილი 2000 წლიდან მთლიანად გადაერთო თავისი თეორიის შექმნაზე რომელსაც უწოდა „ლერისონი”-ს თეორია. ეს არის თეოსოფიის სფეროში ერთ-ერთი მიმართულება, რომლის სახელწოდებაა სამყაროსა და სიცოხცლის წარმოშობა, ადამიანის დანიშნულება სამყაროში. 2005 წელს გამოიცა აღნიშნული თეორიის პირველი ნაწილი. ასევე სტატიები გამოქვეყნებული იყო ჟურნალ „ფენომენში” და „თბილისელებში”. მოხსენებები აქვს გაკეთებული საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეცნიერების ისტორიის საზოგადოების მიერ მოწყობილ სემინარზე და საერთაშირისო-სამეცნიერო კონფერენციებში.

2010 წელს ბატონი ლერის ხელმძღვანელობით დაფუძნდა თეოსოფიური კავშირი, დამფუძნებელთა შორის არიან პროფესორები: გელა ყიფიანი, რაფიელ ჩიქოვანი, ამირან სხირტლაძე, თენგიზ პაპუაშვილი. კავშირში სისტემატიურად ხდება ახალ თეორიაში წარმოდგენილი მასალების განხილვა და შესაბამისად სემინარების ჩატარება.

2015 წელს გამოიცა მონოგრაფია ლერი სონღულაშვილის „ლერისონი” მიერ „სამყაროსა და სიცოცხლის წარმოშობის და ადიამიანის დანიშნულება სამყაროში” სადაც გადმოცემულია სულიერი ხედვისა და აზროვნების, ანუ მესამე თვალის

გახსნის თეორია, ჭეშმარიტებათა კრებული, სინერგია. მონოგრაფიის რედაქტორია ცნობილი მეცნიერი თეიმურაზ ფანჯიკიძე ფილოსოფიურ მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის რელიგიათმცოდნეობის და ეთიკის კათედრის გამგე, რელოგიური პრობლემების კვლევის ცენტრის ხელმძღვანელი.

ლერი სონღულაშვილი საქართველოს სოციალურ მეცნიერებათა აკადემიის 2014 წლის 6 ოქტომბრის პრეზიდიუმის გადაწყვეტილებით არჩეული იქნდა აკადემიის ნამდვილ წევრად.

შემოქმედებითი აქტივობით ხვდება ბატონი ლერი თავის 80 წლისთავს. მისი მეგობრები, ახლობლები, კოლეგები, აღზრდილები კიდევ ერთხელ დავრწმუნდით, რომ მისი სახით, ქართველ ხალხს ჰყავს შესანიშნავი მამულიშვილი, დიდებული პიროვნება.

გელა ყიფიანი

საქართველოს მეცნიერებისა და ტექნიკის
დარგის სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი,
ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

ინფორმაცია საქართველოს მოქალაქეებისათვის

მე-9 საერთაშორისო კონფერენცია მშენებლობისა და არქიტექტურის პრობლემებზე ჩატარდება 2017 წლის 13-18 სექტემბერს (ჩამოსვლის დღე – 13 სექტემბერი). კონფერენცია ჩატარდება ქ. ბათუმში, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტში.

1.ინფორმაცია მონაწილეების, პლენარული მომხსენებლების, კონფერენციის თემების, შეგიძლიათ იხილოთ კონფერენციის ვებ-გვერდზე http://bsu.edu.ge/sub-31/page/2-163/index.html?lang=en.

2. კონფერენციის ყველა მონაწილე, ორგანიზატორებისა და პლენარული მომხსენებლების ჩათვლით,იხდის კონფერენციის სარეგისტრაციო შესატანს: სრული მონაწილეობის შემთხვევაში მათემატიკოსთ აკავშირის და მექანიკოსთა კავშირის წევრები იხდიან 150 ლარს, სხვა მონაწილეები - 180 ლარს; ახალგაზრდა მეცნიერები, დოქტორანტები და მაგისტრები იხდიან 100 ლარს.

თანამომხსენებლები და თანმხლები პირები 50 ლარს დაუსწრებელი მონაწილეობისა (მოხსენებათა თეზისების პუბლიკაცია კონფერენციის შრომათა კრებულში) ან დამატებითი (მეორე, მესამე) თეზისის გამოქვეყნებისათვის გადასახდელია 30ლარი.

3.კულტურული პროგრამა: გათვალისწინებულია ექსკურსია ქალაქის ღირსშესანიშნაობებისა და ისტორიული ადგილების გასაცნობად.

4. კონფერენციის ბანკეტისა და ექსკურსიის თანხის გადახდა (სურვილის შემთხვევაში) შესაძლებელია რეგისტრაციის დროს. თანმხლებმა პირებმა უნდა გადაიხადონ ბანკეტის და ექსკურსიის ხარჯები (სურვილის მიხედვით).

5. საბანკო ანგარიშის რეკვიზიტები ლარებში:
მიმღები ბანკი - სს. „ბაზის ბანკი“
ბანკის კოდი - GBASGE22
მიმღების დასახელება - ა/ა ა(ა)იპ განათლებისა და მეცნიერების პროგრესი
IBAN – GE55 BS00 0000 0064 9360 17

მნიშვნელოვანი თარიღები
14 სექტემბერი, 2017
9:00–9:40 რეგისტრაცია,
9:40–10:00 კონფერენციის გახსნა ბათუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტში.
16 სექტემბერი, 2017-ექსკურსიების/დასვენების დღე
17 სექტემბერი, 2017-კონფერენციის დახურვა.

კონფერენციის საორგანიზაციო კომიტეტი

SUMMARIES

Johnny Gigineishvili, Igor Timchenko, Nana Intskirveli. Current Problems and Application Prospects of Different Types of Composite Reinforcement Including Basalt-Plastic for Concrete. **Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016**

The progress of science and technology depends essentially on the success in the field of creation new materials. Composite materials represent a heterogeneous structure, formed by the combination of reinforcing elements and the isotropic binder, are now widely used in various fields of technology. Therefore, this article is devoted to the problems of mass implementation of different types of composite materials including basalt reinforcement in construction practice. The advantages and disadvantages of composite reinforcement are discussed in comparison with steel reinforcement. Proposals are stated needed for actions to improve and successful wide application of composite elements for reinforcement of concrete structures.

L. Klimiashvili, d. Gurgenidze. A. Chikovani.SELF COMPACTING CONCRETE. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

By self compacting concrete mixture (SCC) is possible the concrete casting in arbitrary, including inaccessible, exceed reinforced structures, with high intensity and the minimum consumption of time and energy costs, without concrete setting. In addition after the removing of formwork is provided surface with high quality. Therefore, recently the self compacting concrete is widely used for the construction of unique objects.

L.Klimiashvili, D.Gurgenidze, N. Nebieridze Possibility clandestine biological wastewater treatment based on "best available technology". Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The possibility of clandestine biological wastewater ochiske at modern scientific and technological advances developed based on "best available techniques". Accordingly presented energy-efficient technological schemes recommended complex composite structures, which provide the required quality of wastewater within regulatory requirements.

H. Makharashvili, C. Makharashvili. The prestige of the urban degradation St. Tbilisi Vake and Vera districts Plant development problems. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

Research covers citi Tbilisi, vake and vera distrikts, terrible urban-ecological problems, during last 25 years. Following article gives key issues and ideas too vake quarters rennovation and rahabilitation during next years.

Tsitskishvili Z.A. NUMERICAL ALGORITHMS OF SOLUTION OF PROBLEM ON FILTRATION OF FLUID THROUGH THE EARTH DAM WITH CURVILINEAR WATERPROOF FOUNDATION. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the article is considered the planar problem on liquid filtration through earth dike cofferdam with curved slopes without soaking interval. Motion of fluid through a homogeneous, isotropic and non-deforming porous environment is subjected to Darcy's law. Due the methods of a complex variable function the problem is analytically solved and is given a theoretical algorithm for calculating the unknown parameters of the flow. To check the algorithm of solution by "MathCAD" software on the basis of theoretical algorithm were obtained numerical results of unknown parameters that are listed in a table.

I.Kvaraia, A.Pirosmanishvili. Using Kazbegi diabase in temple socal constraction. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The article discusses, using kazbegi diabase stone in the process of temple socal construction works in Tbilisi.

D. Gurgenidze, L. Kakhiani, L. Balanchivadze, M. Suladze. EARTHQUAKE ENGINEERING NORMS OF VARIOUS COUNTRIES AND THEIR CRITICAL ASSESSMENT. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the article is considered norms of earthquake engineering of various countries, determination of seismic force value, calculation of dynamic parameters, their common and distinctive conditions, assessment of the calculation existing method actual data.

R. Imedadze, L. Beridze, T. Magradze. INVOLVING OF CIVIL ENGINEERS IN SPACE RESEARCH. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the article is considered participation of civil engineers in aerospace research endeavor. In the article are stated the role and participation of civil engineers in the creation of stations and other facilities applied in studies of space. In this article is shown on significant contribution of Georgian scientists in the research and development of these issues.

Z. Tsikhelashvili. Laboratory and pilot testing coherent wave pattern mitigation structures design of the new form, the development of innovative projects and the possibility of its realization. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

We consider the laboratory and pilot testing of coherent wave pattern mitigation structures design of the new form, the development of innovative projects and the possibility of its implementation at the local and international markets. Innovation is designed to ensure environmental security for the adjacent coastal areas and recreational areas, to areas where intensive celebrated intensive destruction of the shoreline. The introduction of innovations may also be marked in the projects of reconstruction and development of an open port.

T.kupatadze, N.kupatadze, Z.kupatadze. Heavy rail as a part of railway transport systems. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the article it is reviewed that the rapid pace of development industry, concourse of factories, plants, financial and trade centres in the big cities , the unprecedented growth of urban population in that cities , with another problems disrupted travelling with the city transport for the passengers. By that time , the upper-ground transport no longer satisfied demands of the citizens, it became necessary to create a new alternative means of travel,which at least partially remove the tension in the case of transferring passengers. From that many specialists,which where working about that problem-sovling work, the most interesting idea about the “underground railway line” proposed lawyer Charles Pearson from London.

L. Kakhiani, L. Verulashvili, G. Putkaradze. THE USED IN TOWER FRAME BUILDINGS SEISMIC INSULATION SYSTEMS. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the article is stated in the high-rise buildings seismic insulation truss systems, their types, structure and structural solution, impact on seismic inertial force changes, decreasing of deformation and determination of dynamic characteristics.

Rokva G. Pictogram- ancient history and modern content. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

Design of architectural environment, which is an integral part of an information graphic design, is the universal language of communication and transfer of information.

These are advertising, posters, banners, pictograms. The last most spread and language of pictograms is understandable to anyone of any age without translation. Information design in public spaces – is a set of tools used to create a more comfortable daily life in the cities.

Initially pictogram was the very first kind of writing. At the heart of pictographic writing are separate thematic patterns consistent or descriptive nature that can transfer extensive segment information. Currently, the pictogram is used as a sign that displays the most important features of a recognizable object, thing or phenomenon which it points out, most often in schematic form in order to facilitate visual perception.

This article is excursion in history of pictograms, a type of visual communication that have become part of everyday life.

G. Burchuladze. ISSUES OF THE TERRITORY ECOSYSTEM SUSTAINABILITY AT ANTHROPOGENIC LOAD. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The anthropogenic load on nature, the current technical capacities reached the scale of the biosphere processes and as a result we have witnessed changes in the biosphere, weakening of territories environmental sustainability. In the article is considered he stability of natural systems, their assessment and its maintaining methods.

L. Balanchivadze, I. Chanturia. SOME FEATURES OF BUILDING RECONSTRUCTION. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the article is considered in existing in Georgia the old facilities selected for the reconstruction technological risks and their impact on the load bearing capability of the structural elements.

M. Menabde. Why not build the typical American homes. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In this article is discussed the current standard of houses and it is compared to the only American quarter, which was built on the principle of a typical housing and later demolished in the unbearable living conditions.

T. Betchvaia. Innovative policy of Georgia. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The main goals of state innovative policy are:- creation of Economic legal and organizational conditions for innovative activities implementation. – Increase Production efficiency and product competitiveness. – basic and advanced innovations based on the creation and distribution. innovative activity promotion and improvement of entrepreneurship and market relations in the innovation field.

N. Tabatadze. Investigation of structural deformation causesof historical and cultural monuments. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

For restoration and reconstruction of historical and cultural monuments, it is recommended to discuss their structural characteristics, as independent structures with their ability to define the fitness and deformations at different stages.

The article presents diagnostic tasks of historical and cultural monuments, at the same time it illustrates the methods and facilities to investigate the deformation reasons of the structure of monuments.

The article deals with the rate of deformations and analysis of historical and cultural monuments. Subsequently, conducting of a laboratory and experimental works in situ and defines the correct ways of diagnosis of deformation causes.

A. Burduladze. N. Khatiashvili. Patching of asphalt. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The absolute majority of annually spent on motor roads operation costs is coming on the restoration of road carpets. The repair of road carpet would be accomplished by various methods. The selection of technological method of work will meet the specified conditions. With high quality is necessary to carry out road repair in lower costs. In the article is considered the variety of traditional technologies of asphalt concrete roads carpets patching.

R. Giorgobiani, V. Sokhadze. ANALYSIS OF COMPOSITE CYLINDERS IN LIMITING STATE IN CONDITION OF EXTERNAL PRESSURE. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the article is considered the impact of distributed hydrostatic pressure on outer surface of the cylinder. On the contact surfaces of the external and internal cylinders the friction will be negligible and will not be considered. Thus the stated task will be geometrically nonlinear. In the process of external load increasing the structure will be pass three stages the deformation: a series of transformations gives the possibility to us to fully characterized the mode of deformation of outer cylinder and set up the equations to calculate these values.

I. Shonia. Modern aspects and development perspectives of the Georgian construction market. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

Article describes peculiarities of the Georgian construction market for last decade, most important triggers of current market activity, together with ineffective quality control mechanisms, which increase investment risks and creates basis for decreasing tendency of such investments. Article also provides conclusions and recommendations about improvement of control mechanisms related to strengthening of construction market and construction industry products itself.

N. Areshidze, G. Lutidze, G. Areshidze. CALCULATION OF SLOPES ON STABILITY AT EXISTENCE OF WEATHERED SURFACES. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

Is carried out calculation on stability of slopes, when on slopes the rocks layers are located horizontally and inclined. The calculation is performed in the case when in contact of the layers the angle of internal friction ρ' and force of cohesion *k*' is much less than the values of ρ and k of rocks layers, i.e., at existing of the weathered surfaces. Are obtained shear angle φ' between the layers contacts; height of sustained slope in various conditions; in the case of stated height of the layers the value slope’s failure angle at which is permitted the angle with board adjacent layers slope.

N. Khatiashvili. Asphalt patching by infrared radiation. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The major flaw of traditional method of asphalt-concrete carpets patching is the cold connection of existing carpet and renovated area. This ultimately leads to a decrease in the viability of the renovated station. In the article is considered the infrared asphalt patching that has not yet used in Georgia, but is characterized by a number of advantages compared to other technologies.

M. Grdzelishvili, I. Arjevanidze. THE USE OF SPLASH CONCRETE IN MODERN TUNNELING. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the using in tunnels construction the new Austrian tunneling method a large role has the splash concrete. Indeed the implementation of this method reveals advantages of built of economic flexible clamps using splash concrete and anchors.

I.Kvaraia. Construction of a complicated reinforced Concrete knot. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The article examines example of a Construction of a complicated reinforced Concrete knot, when gradually starts construction of an armature structure and concrete lining.

Mirian Kublashvili. NUMERICAL SOLUTIONS OF SINGULAR INTEGRAL EQUATION USING SIMPLIFIED SCHEMES. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

For the first kind of singular integral equations are constructed substantially simplified numerical solution schemes. They maintain the accuracy of the approximate solution on the high order and have a simple for application expression.

M. Avaliani. Asphalt modified with waste rubber. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

Asphalt concrete significantly reduces the formation of cracks in its vitality. In contrast to the widely used practice of polymers that increases the service life of a road carpet, but at the same time increases costs. In the article is considered the use of bitumen-rubber mixture with improved properties for asphalt mixture production prospects.

K. Mchedlishvili, N. Rurua, Z. Gabedava. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the article is considered the long-term perspective development of one of the most important component of the transport systems the motor road transport infrastructure. It is shown that vehicle in spite of many principal character structural changes still remains the main means of transport and in accordance with the motor road network will be a necessary means of movement of passengers and cargo. In the article is also shown the main directions of the development of design process of a road infrastructure.

N. Nebieridze. On the natural ecosystems of treatment of wastewater. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

It considers the methodology and purification device natural ecosystems wastewater treatment, as a possible alternative to modern wastewater treatment technologies. In this work is motivated by information-finding character.

M. Javakhishvili, J. Samkharadze. PRODUCTION OF ACOUSTIC DECORATIVE MATERIALS AND THEIR USE IN GEORGIA CONSTRUCTION INDUSTRY. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the article is considered the production in Georgia of acoustic decorative materials, their characteristics and application, as well as are considered for the mentioned type of materials the future opportunities of production.

T. Kupatadze, G. Kvantaliani, Z. Kupatadze, N. Kupataze. Tunnel in Transport Construction. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The article has pointed at the tradition of Tunnel excavation which came from ancient times. The development of which was related to creation of the working tools and their usage.

Tunneling development was related to the appearance of railway transport. In order to overcome the mountainous relief and reduce the distance it is important to use tunnel while constructing the railway. The drilling machine and explosive material played great roles in tunneling development.

K. Mchedlishvili, N. Rurua, Z. Gabedava. TASKS OF GEORGIA MOTOR ROAD INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In this article is considered the issues of development of Georgia international highways, as well as domestic and the local motor road network. It is emphasized that the primary objective of the development of the motor road network is the providing of uninterrupted traffic of Georgia mountainous regions with the rest of due great depth and length tunnels. In particular is mentioned the necessity for the reconstruction of the road sections with a high traffic density. As well as with the construction of highways to build with the same purpose a motorway through the Javakheti. Is shown in mountainous conditions, in some cases, the more advisability of use of the narrow railways compared with the motor roads.

A. Lebanidze, M. Mukhigulishvili, Sh. Demetrashvili. Calculation of monolith slab flat cover between floors using finite element method. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The article reviews calculation of monolith slab flat cover between floors using finite element method. It presents all needed materials for calculation, comparison of results getting from experiment and using current method of calculation, and provides relevant conclusion.

L. Kakhiani, A. Tsakiashvili, G. Demetrashvili. Construction of beamless monolithic ceiling for frame building by hidden "beam" scheme. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

In the above article is study of the construction of beamless monolithic ceiling for monolithic and precast monolithic frame building by ,,hidden beam” scheme. The methods of construction are based on the experimental researches, positive and negative characteristics of them, as well as costs for rebar and concrete.

L. Chaduneli. Partially-hard composite coverings. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

As is well known durability of cement concrete carpet is more than asphalt concrete, but their transport-operating characteristics are much lower. Hence is urgent the creation of a such road carpet that will combine the positive properties of asphalt and cement concrete. In this regard, one of the promising directions represents the so-called partially-hard carpets. In the article are considered the structural features and advantages of such carpets.

A. Burduladze. L. Chaduneli. Half-rigid composite pavement technology. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The technology of arrangement the half-rigid composite carpets is characterized by a certain features, although for such carpets are mainly used traditional road machines and aggregates. With respect of specific conditions and structural characteristics would be possible to equip the road machines and special aggregates with special units. In the article are considered the developed in Georgian Technical University technologies of arrangement of half-rigid composite carpets.

M. Menabde NEW LIFE OF WALLS. Scientific-technical journal “BUILDING” #3(43), 2016

The present article deals with modern technologies for reconstruction and revitalization of buildings facades and their examples.