

ა. ლუაფა, მ. ცინცაძე, ნ. კუციავა

ქიმია სხვადასხვა დარგის
მეცნიერთა კვლევებში

(I ნაწილი)

„ტექნიკური უნივერსიტეტი“

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ა. ლეჟავა, მ. ცინცაძე, ნ. კუციავა

ქიმია სხვადასხვა დარგის
მეცნიერთა კვლევებში

(I ნაწილი)



დამტკიცებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი
2009

წინამდებარე ბიბლიოგრაფიულ კრებულში „ქიმია სტუ“-ში მოღვაწე სხვადასხვა დარგის მეცნიერთა კვლევებში, ნაწ. I – გა-შუქებულია ამ თვალსაჩინო მეცნიერთა (აკად. გ. ცინცაძის, ქმ.დ. პროფ. თ. წივწივაძის, ტ.მ.დ. პროფ. თ. გაბადაძის, ტ.მ.დ. ა. სარუხანიშვილის, პროფ. გ. გაფრინდაშვილის, ქმ.დ. პროფ. რ. ქაცარავას, პროფ. ნ. და ლ. ბიკუჩავების, ტ.მ.დ. პროფ. ჯ. იოსებიძის, ტ.მ.დ. პროფ. თ. ჭურაძის, ტ.მ.დ. პროფ. ო. გელაშვილის, ტ.მ.დ. პროფ. მ. შილაკაძის, ტ.მ.დ. პროფ. ა. ნადირაძის, პროფ. გ. ჭოხონელიძის, პროფ. მ. მჭედლიშვილის) და მეცნიერ მკვლევართა ჯგუფების სამეცნიერო მოღვაწეობა და კვლევები, რომელთა შედეგები წარმატებით დაინერგა პრაქტიკაში და უმრავლესობა მათგანმა მოიპოვა საერთაშორისო აღიარება.

წიგნი შეუქმნის ნათელ წარმოდგენას სტუ-ს სტუდენტებს (და ზოგადად მკითხველს), რომ დღეს ჩვენი ქვეყნის ტექნიკური კადრების სამჭედლოს – საქ. ტექნიკური უნივერსიტეტს ჰყავს ღრმად მოაზროვნე მეცნიერები, რომელთა პროდუქტიულმა შემოქმედებამ მსოფლიო მასშტაბები შეიძინა.

რეცენზენტები: სრული პროფ. ი. თვალავაძე
ასოც. პროფ. თ. ბუაჩიძე

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2009

ISBN 978-9941-14-340-3 (ყველა ნაწილი)

ISBN 978-9941-14-341-0 (პირველი ნაწილი)

<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>



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

სავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

შესავალი

1918 წელს საქართველოში შეიქმნა ქართულ ენოვანი თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, რომელშიც 1922 წლის 16 იანვარს საზეიმოდ გაიხსნა პოლიტექნიკური ფაკულტეტი, მის პირველ სხდომას თავმჯდომარეობდა უნივერსიტეტის რექტორი ივანე ჯავახიშვილი, რომელმაც ხაზგასმით აღნიშნა, თუ რამდენად მნიშვნელოვანია ქართული მეცნიერების და სახალხო მეურნეობისათვის უმაღლესი ტექნიკური განათლების მქონე მაღალკვალი-ფიციური ეროვნული კადრების მომზადება.

ქვეყნის ინდუსტრიალიზაციის ფართომასშტაბიანი გეგმის შესაბამისად, ოციანი წლების მიწურულს დიდად გაიზარდა სახალხო მეურნეობის მოთხოვნილება საინჟინრო კადრებზე. ამასთან დაკავშირებით ხელისუფლებამ მიზანშეწონილად ჩათვალა თბილისის უნივერსიტეტის პოლიტექნიკური ფაკულტეტის ბაზაზე შექმნილიყო საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი, რომელიც გაიხსნა კიდეც 1928 წლის 1 ოქტომბერს. იგი იყო თბილისის უნივერსიტეტის წიაღიდან გამოსული პირველი უმაღლესი სასწავლებელი.

საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის რექტორად შეთავსებით დაინიშნა სახალხო განათლების კომისარი დავით კანდელაკი, პრორექტორად სასწავლო სამეცნიერო ნაწილში – ნიკო მუსხელიშვილი, სამთო ფაკულტეტის დეკანად – გრიგოლ წულუკიძე, სამშენებლო ფაკულტეტისა – კირიაკ ზავრიევი, მექანიკური ფაკულტეტისა – გიორგი გედევანიშვილი (დასაწყისში პოლიტექნიკურ ინსტიტუტს გააჩნდა სამი ფაკულტეტი: I. სამშენებლო ფაკულტეტი ოთხი განყოფილებით; II. მექანიკური ფაკულტეტი ორი განყოფილებით; III. სამთო-ქიმიური ფაკულტეტი ორი განყოფილებით).

ნიკო მუსხელიშვილის მრავალწლიანმა ნაყოფიერმა მოღვაწეობამ, ჯერ უნივერსიტეტის პოლიტექნიკურ ფაკულტეტზე, ხოლო შემდეგ პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში, მნიშვნელოვნად შეუწყო ხელი ტექნიკური დარგის ახალგაზრდა მეცნიერთა კადრების აღზრდას, სწავლების აკადემიური დონის ამაღლებასა და

სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის მდიდარი ტრადიციების დაფუძნებას.

1930 წელს ჩატარებულ იქნა საქართველოს უმაღლესი სასწავლებლების რეორგანიზაცია, რის გამოც საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ბაზაზე ექვსი ე.წ. ამიერკავკასიის ინსტიტუტი შეიქმნა, რაც სრულად გაუმართლებელი იყო, მალე გაიმარჯვა საღმა აზრმა და დაიწყო დაქუცმაცებული ინსტიტუტების გაერთიანების პროცესი, 1932 წელს სამთო-მეტალურგიული და ქიმიურ-ტექნოლოგიური ინსტიტუტების ბაზაზე შექმნა ამიერკავკასიის სამთო-ქიმიური ინსტიტუტი. 1933 წელს სამთო-ქიმიური, საინჟინრო-სამშენებლო და ენერგეტიკული ინსტიტუტები გაერთიანდნენ ამიერკავკასიის ინდუსტრიული ინსტიტუტის სახელწოდებით, რომელსაც 1936 წელს საქართველოს ინდუსტრიული ინსტიტუტი ეწოდა.

1947 წელს საქართველოს ინდუსტრიულმა ინსტიტუტმა უმაღლესი ტექნიკური განათლების 25-ე წლისთავი იხეიმა, საკავშირო მთავრობამ იგი შრომის წითელი დროშის ორდენით დააჯილდოვა და საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სახელი მიანიჭა: 1972 წელს ფართოდ აღინიშნა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის 50 წლის იუბილე, როდესაც იგი ლენინის ორდენით დააჯილდოვდა.

1972-73 სასწავლო წლის დასაწყისში ინსტიტუტს ჰქონდა 28 ფაკულტეტი და 102 კათედრა.

უმაღლესი ტექნიკური განათლების სამჭედლოს ანათებდნენ სასიქაულო ქართველი მამულიშვილები: ივანე ჯავახიშვილი, პეტრე მელიქიშვილი, ანდრია რაზმაძე, ალექსანდრე დიდებულისძე, ნიკოლოზ მუსხელიშვილი, გიორგი ნიკოლაძე, ანდრია ბენაშვილი, გრიგოლ წულუკიძე, ალექსანდრე ჯანელიძე, ალექსანდრე თვალჭრელიძე, არჩილ ხარაძე, ვასილ კაკაბაძე, გიორგი გედევანიშვილი, გიორგი მუხაძე. უფრო მოგვიანებით: დავით კაკაბაძე, დიმიტრი ერისთავი, რაფაელ აგლაძე, ბიძინა კანდელაკი, კალისტრატე ქუთათელაძე და სხვა ამაგდარნი. მათ სახელოვან გზას აგრძელებენ დიდი მეცნიერები: აკად. გივი ცინცაძე, პროფესორები: თ. აგლაძე, რ. ქაცარავა, ზ. კოვზირიძე, თ. გაბადაძე, ა. სარუხანიშვილი, თ. წიგწივაძე, ლ. გვასალია, გ. გაფრინდა-

შვილი, ჯ. იოსებიძე, ბ. ბოქლიშვილი, თ. ჭურაძე, მ. შილაკაძე, ა. ნადირაძე, გ. ჭოხონელიძე და სხვა თვალსაჩინო მეცნიერები.

გრძელდება საამაყო ეროვნული ტრადიცია და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მეცნიერები გარკვეული თუ გაურკვეველი ქარტახილების მიუხედავად წარმატებით ახერხებენ სამეცნიერო კვლევების წარმართვას და საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სახელისა და დიდების გატანას მთელს მსოფლიოში.

ჩვენი მოკრძალებული ნაშრომი მოიცავს სტუ-ში მოღვაწე იმ მეცნიერთა და მეცნიერ-მკვლევართა ჯგუფების სამეცნიერო კვლევებს, რომელთა შედეგებიც ფართოდ დაინერგა სახალხო მეურნეობის უმნიშვნელოვანეს დარგებში: მშენებლობაში, ტრანსპორტში, მედიცინაში და გამოყენებითი ხელოვნების სრულიად ახალ მიმართულებაში – კერძოდ მხატვრულ ნაკეთობათა დეკორირებაში (ტიხრული კერამიკის და მინის სინთეზის ასპექტებში), რომელიც გამყარებულია საერთაშორისო პატენტით. აღსანიშნავია, რომ ამ ახალმა – საერთაშორისო მასშტაბის გამოგონებამ ალაფროთოვანა სრულიად საქართველოს პატრიარქი უწმინდესი და უნეტარესი ილია მეორე. ქართველი ერის სულიერმა მამამ კურთხევა მისცა ამ უდიდეს გამოგონებას და მის ავტორს – დიდ მეცნიერს პროფ. გურამ გაფრინდაშვილს, რომლის სამეცნიერო მოღვაწეობის ყოველი წამი ორიენტირებულია ქვეყნისა და ადამიანების კეთილდღეობაზე, ყოველგვარი ფასეულის შექმნაზე.

დავსძენთ, რომ ჩვენს მიერ დამუშავების სტადიაშია ზემოთ აღნიშნულის გარდა სხვა სფეროებში (ფარმაკოლოგიაში, უზუსტეს ტექნიკაში – მანქანათმშენებლობაში, კოსმონავტიკაში, კომპიუტერულ ტექნიკაში და მრავალი სხვ) მოღვაწე მეცნიერთა კვლევების შედეგების დანერგვის (გამოყენების) შესახებ, რომელსაც ახლო მომავალში მორიგ ნაშრომად გამოვცემთ.

აკად. გივი ცინცაძის სამეცნიერო კვლევითი და პედაგოგიური მოღვაწეობა

გამოჩენილი ქართველი ქიმიკოსის, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის გივი ცინცაძის მიერ გავლილი ცხოვრების გზა, მისი საერთაშორისო სამეცნიერო ავტორიტეტი, საყოველთაო საზოგადოებრივი აღიარება და პატივისცემა ქვეყნისათვის გაწეული თავდადებული ღვაწლის ჭეშმარიტი დადასტურებაა.

გივი ცინცაძე დაიბადა 1933 წლის 18 აპრილს ქ. თბილისში. საშუალო სკოლა ოქროს მედალზე დაამთავრა და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ქიმიის ფაკულტეტზე ჩაირიცხა. 1957 წელს, უნივერსიტეტის წარმატებით დამთავრების შემდეგ, მუშაობა დაიწყო საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ა. ჯანელიძის სახ. გეოლოგიის ინსტიტუტის სპექტრული და რენტგენოსტრუქტურული ანალიზის ლაბორატორიაში მეცნიერ თანამშრომლად.

1960 წელს გ. ცინცაძე ჩაირიცხა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ასპირანტურაში.

ერთი წლის შემდეგ ასპირანტურის კურსის გასაგრძელებლად გაიგზავნა მოსკოვში ყოფილი სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ნ. კურნაკოვის სახელობის ზოგადი და არაორგანული ქიმიის ინსტიტუტის კრისტალოქიმიის ლაბორატორიაში, სადაც სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორის, პროფესორ მ. პორაი-კოშიცის ხელმძღვანელობით დაასრულა მუშაობა საკანდიდატო დისერტაციაზე კოორდინაციული ნაერთების კრისტალოქიმიის დარგში და წარმატებით დაიცვა იგი 1965 წელს.

1965 წლიდან დაწყებული საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის კედლებში ნაყოფიერი პედაგოგიური მოღვაწეობის პარალელურად, გ. ცინცაძე მეცნიერ მუშაკთა ჯგუფთან ერთად შეუდგა ფართო შემოქმედებით სამეცნიერო-კვლევით საქმიანობას.

1971 წლის თებერვალში გ. ცინცაძემ თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტში წარმატებით დაიცვა სადოქტორო დისერ-

ტაცია თემაზე: „ლითონების ციანატური, თიოციანატური და სელენოციანატური ნაერთების გამოკვლევა“.

უალრესად ფართო და მასშტაბურია გ. ცინცადის მეცნიერული მოღვაწეობის დიაპაზონი. მისმა სამეცნიერო შრომებმა ფართო გავრცელება და აღიარება ჰპოვა როგორც საქართველოსა და დღეს, ასევე საზღვარგარეთის ქვეყნებში. გ. ცინცადის სამეცნიერო კვლევის შედეგები მსოფლიო ლიტერატურაშია შესული და ფართოდაა ციტირებული როგორც სამამულო, ასევე საზღვარგარეთის გამოცემებში. ეს შრომები დიდ ინტერესს იწვევს ქიმიის, მედიცინისა და სოფლის მეურნეობის დარგის სპეციალისტების ფართო წრეებში, რადგანაც მეცნიერის მოღვაწეობა ვრცელდება არა მარტო ფუნდამენტური კვლევის დარგზე, არამედ იგი გამოყენებით ხასიათსაც ატარებს.

თავის მოწაფესთან, ამჟამად რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოს, საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის უცხოელ წევრთან ა. ცივაძესთან ერთად შემოთავაზებულ იქნა NCO და CNO ჯგუფების ლითონებთან კოორდინირების განსაზღვრის სპექტროსკოპული კრიტერიუმი, რაც ამჟამად ფართოდაა გამოყენებული მსოფლიო პრაქტიკაში, ამასთან ერთად, გ. ცინცადემ დაამუშავა ლითონების ფსევდოჰალოგენიდური კოორდინაციული ნაერთების სინთეზის ახალი მეთოდები და მოახდინა ფსევდოჰალოგენიდური ნაერთების კლასიფიკაცია კომპლექსურ-მომქნელი და სტრუქტურული თვისებების მიხედვით. ეს ნაშრომები საშუალებას იძლევა ახლებურად შევაფასოთ ფსევდოჰალოგენიდურ ჯგუფებთან ლითონების კოორდინაციული ნაერთების სინთეზის მეთოდები არაწყალხსნარების გამოყენებით.

პროფესორ გ. ცინცადისა და მისი თანამშრომლების მიერ შესრულებული სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების ბაზაზე შეიქმნა თანამედროვე კოორდინაციული ქიმიის არსებითად ახალი დარგი – ლითონების ფსევდოჰალოგენიდური კომპლექსების ქიმია, თანაც სრულიად განსხვავებულ ასპექტებში: სინთეზური ქიმია, სპექტროქიმია, სტრუქტურული ქიმია, კრისტალური სტრუქტურების შესწავლის და კვანტურ-ქიმიური გამოკვლევების ჩათვლით, ლითონების ფსევდოჰალოგენიდური კომპლექსების გამოყენების ქიმია.

თეორიული გამოკვლევებიდან ყველაზე მეტად შთამბეჭდავია გამოკვლევები ბიოარარორგანული ქიმიის დარგში, მიკროელემენტების და სამკურნალო ნივთიერებების (კარდიამინი, PP ვიტამინი, ლარუსანი, სალუზიდი, ტუბაზიდი, ფტივაზიდი და სხვ.) საფუძველზე ახალი ბიოკომპლექსების სინთეზმა, მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებისა და ელექტრონული სტრუქტურის შესწავლამ საიმედო ფუნდამენტი შეუქმნა ბიოლოგიური აქტივობის მექანიზმის გაგებას. გ. ცინცაძის ინიციატივით შექმნილმა ამ მიმართულებებმა – ნაერთების სინთეზმა, სპექტრულმა, მაგნოტოქიმიურმა, სტრუქტურულმა და სხვა თანამედროვე გამოკვლევებმა ფართო გამოხმაურება ჰპოვა და ამჟამადც მიმდინარეობს მრავალ სამეცნიერო ცენტრში (თბილისში, მოსკოვში, ბაქოში, კიშინიოვში, ღონის-როსტოვში, ტაშკენტში და სხვ.).

კოორდინაციული ნაერთების კრისტალური სტრუქტურის რენტგენოსტრუქტურული მეთოდით პროფესორ თ. წივწივაძესთან ერთად შესწავლისას ნაშრომთა ციკლში მრავალი კომპლექსის სტრუქტურაა გაშიფრული და აგრეთვე შესწავლილია მათი ინფრაწითელი, კომბინაციური განხვევის, გამარეზონანსული, ელექტროპარამაგნიტური რეზონანსის სპექტრები და მაგნოქიმია.

გ. ცინცაძის მიერ თანაავტორებთან ერთად გამოცემულ მონოგრაფიებში: „ლითონების კოორდინაციული ნაერთები ფორმამიდთან“ (1980), „ლითონების კოორდინაციული ნაერთები ეთილენშარდოვანასთან და ბიციკლურ ბიშარდოვანებთან“ (1993) და „ლითონის კოორდინაციული ნაერთები ტუბაზიდთან და ლარუსანთან“ (1998) ამომწურავადაა გაშუქებული კომპლექსწარმოქმნის უნარსა (კონკურენტულ კოორდინაციასა) და ლიგანდების ბიოლოგიურ აქტივობას შორის კავშირი, რომელიც ამასთანავე კორელირებულია წარმოქმნილ თერაპიულ ეფექტთან.

განსაკუთრებით უნდა აღვნიშნოთ გ. ცინცაძის და მისი სამეცნიერო სკოლის წვლილი ხისტი-რბილი მჟავებისა და ფუძეების კონცეფციის განვითარებაში.

კოორდინაციული ქიმიის სფეროში შესრულებული ნაშრომების ციკლისათვის – „ფსევდოჰალოგენიდების ქიმია“, 1990 წელს გ. ცინცაძემ უკრაინულ და გერმანულ მეცნიერებთან ერთად უკრაინის სახელმწიფო პრემია დაიმსახურა, ხოლო 1998 წელს

ნაშრომების ციკლისათვის – „ლითონების კოორდინაციული ნაერთები: სინთეზი, აღნაგობა, თვისება“ – საქართველოს სახელმწიფო პრემიის ლაურეატის წოდება მიენიჭა.

გ. ცინცაძე დიდ ყურადღებას უთმობს საქართველოს მრეწველობაში ახალი ტექნოლოგიების დანერგვის საკითხებს. იგი მონაწილეობდა სტიბიუმის სულფიდის მიღების ტექნოლოგიის დამუშავებაში ლუხუმის საბადოს მადნებიდან და ამ ტექნოლოგიის რაჭის სამთო-ქიმიურ ქარხანაში დასანერგად. ამასთან ერთად, გ. ცინცაძე აქტიურად მონაწილეობს დარიშხანის, სტიბიუმის და ბისმუტის ოქსიდების და მათ საფუძველზე, კოორდინაციული ნაერთების არაწყალხსნარებში სინთეზის მეთოდების დამუშავებაში.

გ. ცინცაძემ დაამუშავა მადნეულის საბადოს მადანში ოქროსა და პალადიუმის განსაზღვრის მოდიფიცირებული მეთოდიკა. აქვე უნდა აღინიშნოს მისი შრომები ინდიუმისა და კადმიუმის სორბციული ქცევის შესახებ სამამულო ანიონიტების როდანიდულ ფორმებზე. ამ გამოკვლევების შედეგად შესაძლებელი გახდა შექმნილიყო წინაპირობები რიგი იშვიათი ლითონების დაყოფისა და გამოყოფისათვის.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია გ. ცინცაძის დაუღალავი შრომა ახალგაზრდა სამეცნიერო კადრების აღზრდის საქმეში. მის მიერ აღზრდილია ორმოცზე მეტი მეცნიერებათა კანდიდატი და დოქტორები (ა. ცივაძე, თ. წივწივაძე, თ. კაპანაძე, ფ. მუსაევი), რომლებიც ნაყოფიერად მუშაობენ მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის სამეცნიერო და სასწავლო ცენტრში.

აკად. გ. ცინცაძის უშუალო ხელმძღვანელობით მეცნიერ-მკვლევართა ჯგუფის მიერ დასინთეზებულ და შესწავლილი კოორდინაციული ნაერთები (რომლთა რიცხვი საკამაოდ შთამბეჭდავია) იცდება გამოყენების თვალსაზრისით ფარმაკოლოგიაში, მედიცინაში და სხვა მნიშვნელოვან სფეროებში. ამ ნაშრომში ყურადღება მხოლოდ Ge(IV)-ის კოორდინაციულ ნაერთებზე – (მეცნიერ-მკვლევარები: აკადემიური დოქტორები ელგუჯა კვებერელი და ანერი ლეჟავა) გავამახვილეთ.

1980 წელს ესპანეთის ქალაქ მალაგადან (მალაგის მეცნიერებათა ფაკულტეტი, ფიზ-ქიმიის დეპარტამენტები) მოვიდა ოფიციალური მოთხოვნა სტუ-ს უცხოეთის ქვეყნებთან ურთიერთობის

განყოფილებაში, რის საფუძველზეც ე. კვეზერელისა და ა. ლეჟავას ორი სტატია:

1. Ce(IV) ბიომიდეგის კოორდინაციული ნაერთები (საქ. მეცნ. აკადემიის მაცნე, ქიმიის სერია 1977, ტ. III, №4, გვ. 231-326).

2. Ce(IV) შერეული ბრომიდო თიოციანატური კომპლექსები (საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, 1998, 91, №2, გვ. 345-348).

გაგზავნილ იქნა ესპანეთის ცნობილი მეცნიერის ტერეზა პირეტოს სახელზე, რომელმაც დიდი წარმატებით გამოიყენა აღნიშნული შრომები თავის სამეცნიერო კვლევებში.

ამავე მეცნიერ-მკვლევართა ჯგუფის მიერ მიღებული-გერმანიუმის (IV) კოორდინაციული ნაერთები:

GeBr₄ · 4 ГИHK **GeCl₄ · 4 ЛAp** **GeBr₂(NCS)₂ · 2 ЛAp**

GeBr₄(NCS) · 4 ГИHK **GeBr₄ · 4 ЛAp**

Ge(NCS) · 4 ГИHK **GeI₄ · 2 ЛAp**

GeI₄ · 4 ГИHK **GeCl₂(NCS)₂ · 2 ЛAp**

გამოცდილ იქნა ანტიტუბერკულოზურ აქტივობაზე *in vitro* პირობებში მ.მ.დ. პროფ. ე. შილაკაძის ხელმძღვანელობით და დადგინდა რომ ლარუსანიანი კომპლექსები უფრო მაღალ ანტიტუბერკულოზურ თვისებებს ამჟღავნებენ ვიდრე კოორდინაციული ნაერთები იზონიკოტინჰიდრაზინთან, მაგრამ ორივე შემთხვევაში შედეგები საუკეთესოა – ამ შედეგებს შეიძლება ვარსკვლავთ კრეფა ვუწოდოთ – განაცხადა ცნობილმა პტიზიატრმა პროფ. ე. შილაკაძემ.

ასევე დიდი შედეგები აჩვენა თერაპიაში გამოცდისას ჩვენს მიერ დასინთეზებულმა ნაერთებმა

GeI₄ · 4 ГПК **GeBr₄ · 4 ГHK**

GeBr(NCS)₂ · 4 ГПК **GeCe₄ · 6 ГHK**

Ge(NCS)₄ · 4 ГПК **GeI₄ · 4 ГHK**

კვლევები ჩატარდა თერაპიის ინსტიტუტში მ.მ.დ. პროფ. კ. ცინცაძის ხელმძღვანელობით და დადგინდნ იქნა, რომ Ce(IV) კოორდ. ნაერთები პმპ-თან ავლენენ ჰიპოტენზიურ, ჰიპოგლიკემურ აქტივობას, ხოლო Ce(IV) კოორდინაციული ნაერთები ნმპ-თან პირიქით ავლენენ ჰიპერტენზიურ, ჰიპერგლიკემიურ მოქმედებას,

ზრდიან ქსოვილებში ჟანგბადის მოხმარებას და ელექტროკარდიო-გრამის კბილების ვოლტაჟს, ახანგრძლივებენ გულის სისტოლას.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია, რომ 90-იან წლებში ჟურნალ „научка и жизнь“-ში გამოქვეყნდა იაპონელების სტატია, რომელიც ეხებოდა ზოგადსაკაცობრიო პრობლემას – ონკოლოგიურ დაავადებებს, იაპონელებმა $Ce(IV)$ კოორდინაციული ნაერთები ბიოაქტიურ ლიგანდებთან-გამოსცადეს ონკოლოგიაში და დაადგინეს, რომ $Ce(IV)$ იონებმა შეძლო სარკომის მეტასტაზების შეჩერება (შეყოვნება). აქედან გამომდინარე რასაკვირველია ჩვენი სანუკვარი ოცნებაა ჩვენს მიერ დასინთეზებული და შესწავლილი 80-ზე მეტი $Ce(IV)$ კოორდინაციული ნაერთი სხვადასხვა ბიოაქტიურ ლიგანდებთან – გამოიცადოს მომავალში ონკოლოგიაში, რისთვისაც იმედით ველოდებით საქართველოში შესატყვისი პირობების შექმნას. აქვე დავსძენთ, რომ ფართო დიაპაზონის მქონე მეცნიერმა ელგუჯა კვეზერელმა (მსოფლიოში ცნობილმა გამორჩეულმა კომპოზიტორმა ჭადრაკში) კვლევის ობიექტად აირჩია რთული (რთულში ვგულისხმობთ – ძნელად დასამორჩილებელს) მაგრამ საინტერესო ელემენტი Ge-ის ქიმია და მისი თავდადება ნაყოფიერი გამოდგა.

აკადემიკოს გ. ცინცაძის თავდადებული სამსახური ქვეყნისა და ხალხის საკეთილდღეოდ მრავალი ორდენითა და მედლითაა აღნიშნული. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაარსებიდან 75-ე წლისთავის აღნიშვნის დღეებში იგი „ღირსების ორდენით“ იქნა დაჯილდოებული. აკადემიკოსი გ. ცინცაძე საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დიდი საბჭოს მიერ გიორგი ნიკოლაძის მედლით დაჯილდოვდა.

ღრმად ვართ დარწმუნებული, რომ ბატონი გივი მრავალმხრივი ცოდნით, მდიდარი გამოცდილებითა და ერისკაცობით კიდევ დიდხანს ემსახურება საქართველოს აღმშენებლობასა და წინსვლის საქმეს. ამის უდავო დადასტურებაა ერუდიციით გამორჩეული, მამისაგან მეცნიერებისადმი უსაზღვრო სიყვარულით შთაგონებულნი ბ-ნი გივის შვილები: ტ.მ.დ. პროფ. მაია ცინცაძე და სრ. პროფ. თამარ ცინცაძე წარმატებით ხელმძღვანელობენ სასწავლო-სამეცნიერო მიმართულებებს საქ. ტექნ. უნივერსიტეტში.

ქ.მ.დ. პროფ. საქ. საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის, ნიუ-იორკის (ამერიკის) მეცნიერებათა აკადემიის წევრის, საქ. სახელმწიფო პრემიის ლაურეატის, მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგში – თენგიზ წივწივაძის სამეცნიერო-პედაგოგიური მოღვაწეობა.

თენგიზ ივანეს-ძე წივწივაძე დაიბადა 1942 წელს ქალაქ ქუთაისში ტრადიციულ ქართულ ოჯახში. 1958 წელს ოქროს მედალზე დაამთავრა საშუალო სკოლა, ხოლო 1967 წელს ასევე წარჩინებით დაამთავრა საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ქიმიური და კვების ტექნოლოგიის ფაკულტეტი.

ჯერ კიდევ სტუდენტობის წლებში ლენინური სტიპენდიანტი, ნიჭიერი ჭაბუკი ხელმძღვანელობდა პიონერთა და მოსწავლეთა სასახლეში ნორჩ ქიმიკოსთა სამეცნიერო წრეს. წარჩინებული სტუდენტი, უდიდესი ნიჭითა და დაუღლელი შრომით გამორჩეული პიროვნება არ დარჩა შეუმჩნეველი ამაგდარ მეცნიერს, საქ. მეცნიერების აკადემიის აკადემიკოსს კალისტრატე ქუთათელაძეს და მისი რეკომენდაციით ბ-ნი თენგიზი ჩაირიცხა ასპირანტურაში 1970 წელს, რომელიც წარჩინებით დაამთავრა და 1974 წელს ბრწყინვალედ დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია. ქ.მ.კ. თენგიზ წივწივაძე იწყებს აქტიურ სამეცნიერო მოღვაწეობას. მან თავის გარშემო შემოიკრიბა ნიჭიერი ახალგაზრდები და მოჰკიდა ბიოლოგიურად აქტიურ კოორდინაციულ ნაერთთა აღნაგობის შესწავლას რენტგენოსტრუქტურული მეთოდით. აქვე დავსძენთ, რომ რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი არის ურთულესი მეთოდი, რომელიც დაკავშირებულია სიცოცხლის რისკთან. ბ-ნი თენგიზის სამეცნიერო ხელმძღვანელობით დაცულია 10-ზე მეტი სადისერტაციო ნაშრომი. 1994 წელს ბ-მა თენგიზმა ჩვეული წარმატებით დაიცვა სადოქტორო დისერტაცია თემაზე: „ზოგიერთ ლითონთა კოორდინაციული ნაერთების აღნაგობის გამოკვლევა“. საქ. მეცნიერთა აკადემიის, პ. მელიქიშვილის სახელობის ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტში, სადაც მას ოპონირებას უწევდნენ ცნობილი მეცნიერები: გ. ციციშვილი, თ. ანდრონიკაშვილი, კ. ჯაფარიძე და თ. მარსაგიშვილი.

ბ-ნი თენგიზი არის გამოცემლობა „მესხეთის“ დიდი ჟურნალის პრემიის ლაურეატი (საუკეთესო სახელმძღვანელოსათვის), ავტორია ათი სახელმძღვანელოსი (მათ შორის სასკოლო და უმაღლესი სასწავლებლების), 200-მდე სამეცნიერო ნაშრომისა. მიღებული აქვს 2 საქპატენტი გამოგონებებზე.

გთავაზობთ ბ-ნი თენგიზის ღრმად მეცნიერულ კვლევებიდან მხოლოდ ერთ-ერთ შედეგს.

ლითონების კარდიამინის შემცველი კოორდინაციური ნაერთების სტერეოქიმიური თავისებურებანი

(მეცნიერ-მკვლევარი პროფ. თ. წივწივაძე)

აკად. გ. ცინცაძის მიერ 60-იან წლებში დაწყებულ იქნა კვლევები სამკურნალო პრეპარატებთან ლითონების კოორდინაციული ნაერთების სტრუქტურული ქიმიის დარგში.

ერთ-ერთ ასეთ სამუშაოს წარმოადგენს ლითონების კოორდინაციული ნაერთები კარდიამინთან ანუ ნიკოტინმჟავას N,N -დიეთილ-ამიდი-(**ნმდეა**^{*}).

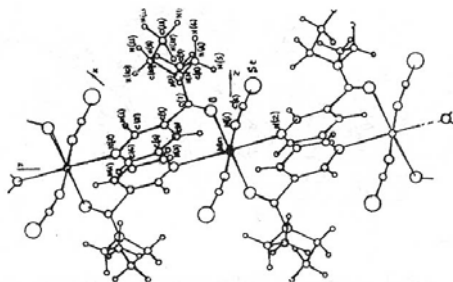
ნმდეა-ს გარდამავალ ლითონებთან კოორდინირება შეუძლია როგორც ჰეტეროციკლის აზოტის, ასევე კარბონილის ჟანგბადის ატომებით, მაშინ, როდესაც ამილური აზოტით ლითონებთან ბმის წარმოქმნა ნაკლებ სავარაუდოა მისი განუყოფელი ელექტრონული წყვილის კარბონილის ჯგუფთან შეუღლებით, ხოლო ჩამნაცვლებლის არსებობისას – მოსალოდნელი სტერიული წინააღობების გამო.

კომპლექსებში კარდიამინი შეიძლება იყოს როგორც მონოდენტატური, ისე ბიდენტატური (ხიდურ-ხელატური) ლიგანდის როლში, რის შედეგად კოორდინაციული ნაერთის კრისტალს მთლიანობაში შეიძლება ჰქონდეს როგორც მოლეკულური, ასევე პოლიმერული აღნაგობა, რაც თავის მხრივ, იწვევს შესაბამისი

* ნმდეა – ნიკოტინმჟავას N,N – დიეთილამიდი ($C_{10}H_{14}N_2O$), რომლის 25%-იანი წყალხსნარი ცნობილია კარდიამინის სახელწოდებით.

კომპლექსების ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური თვისებების მრავალგვარობას.

სტრუქტურა $[(Mn(NCSe)_2 \cdot (ნმდეა)_2)]$ შედგება ცენტრ-სიმეტრიული ოქტაედრული მოლეკულებისაგან, სადაც მანგანუმის ატომის კოორდინაციული პოლიედრი წარმოქმნილია ორი მონოდენტატური ნმდეა-ლიგანდის ჟანგბადის ატომისა და ორი სხვა ნმდეა-ლიგანდის პირიდინის ბირთვის აზოტის ატომებით. მოცემულ შემთხვევაში ნმდეა-ლიგანდი წარმოადგენს ბიდენტატურ-ხიდურ ლიგანდს. მანგანუმის ატომს უკავშირდება ჰეტეროციკლის აზოტისა და კარბონილის ჯგუფის ჯანგბადის ატომებით. ამისთან, ატომთა თითოეული ერთსახელიანი წყვილი ტრანსმდგომარეობაში იმყოფება. მანგანუმის ოქტაედრულ კომპლექსში კუთხური დამახინჯებანი მცირეა (ინტერვალი $86,7-89,4^{\circ}$). ნმდეა-ლიგანდების პირიდინის ბირთვები პრაქტიკულად ბრტყელია (ნახ. 1).

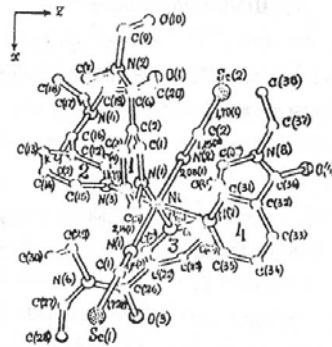


ნახ. 1. კომპლექსის $[(Mn(NCSe)_2 \cdot (ნმდეა)_2)]$ აღნაგობა

სტრუქტურაში $[(Ni(NCSe)_2 \cdot (ნმდეა)_4)]$ ნიკელის ატომი კოორდინირებულია ოდნავ დამახინჯებული ოქტაედრით – $SeCN^-$ – ჯგუფების აზოტის ორი ნმდეა-ლიგანდების ოთხი მონოდენტატური მოლეკულის ჰეტეროციკლის აზოტის ატომებით (ნახ. 2). იზოსელენოციანატური ჯგუფები ერთმანეთთან ტრანსმდგომარეობაშია.

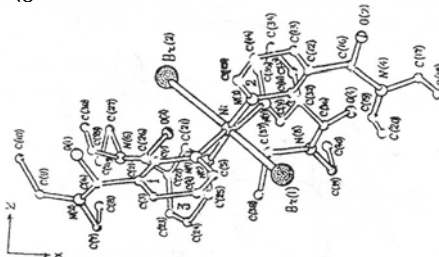
ნმდეა-ლიგანდის ყველა პირიდინის ბირთვი პრაქტიკულად ბრტყელია. კარბონილის ჯგუფების ნახშირბადატომთა კოორდინაცია ბრტყელ ტრიგონალურია. ასეთივე მდგომარეობაა ნმდეა-ლიგანდის ამინოჯგუფების აზოტის ატომების ირგვლივ ბმების კოორდინაციაში (კუთხეთა ჯამი 350°). მთლიანობაში კომპლექსის

კრისტალური სტრუქტურა აგებულია დისკრეტული მოლეკულებისაგან, მათ შორის, ჩვეულებრივ, ვან დერ ვალსური ურთიერთქმედებით.



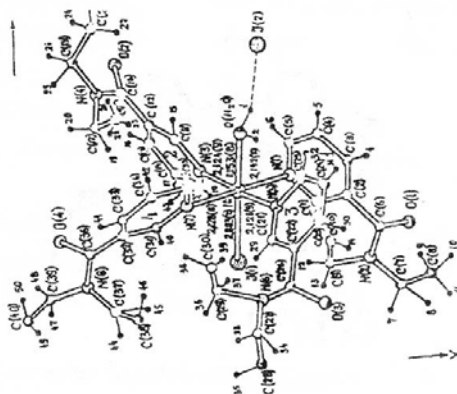
ნახ. 2. კომპლექსის $[(Ni(NCSe)_2 \cdot (მდეა)_4)]$ აღნაგობა

კომპლექსის $[(NiBr \cdot (მდეა)_4)]$ კრისტალთა სტრუქტურაში ნიკელის ატომი წარმოქმნის მცირედ დამახინჯებულ ოქტაედრულ კოორდინაციას – ბრომის ორი ატომისა და ოთხი მონოდენტატური ნმდეა-ლიგანდის ჰეტეროციკლთა აზოტის ოთხი ატომით (ნახ. 3). ოთხივე ნმდეა-ლიგანდის პირიდინის ბირთვები პრაქტიკულად ბრტყელია. პირიდინის ბირთვებსა და კარბონილამიდური ჯგუფების სიბრტყეთა ურთიერთმობრუნების კუთხეები საკმაოდ დიდია (I-II 85,2; VII-VIII 62,3 და X-XI 51,5⁰ სიბრტყეები). ეს გამოწვეულია შიგამოლეკულური სტერიული ეფექტებით – მოცულობითი ეთილის ჯგუფებისა და ჰეტეროციკლების ატომთა ურთიერთგანზიდვით.



ნახ. 3. კომპლექსის $[(NiBr_2 \cdot (მდეა)_4)]$ აღნაგობა

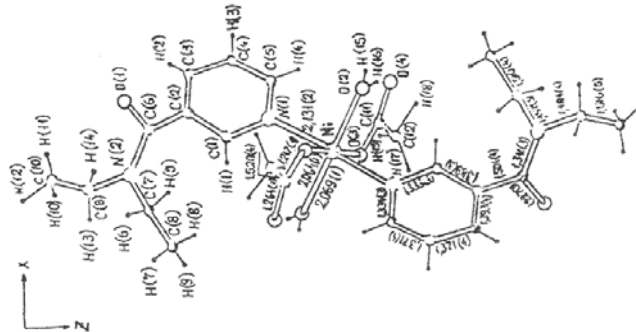
კომპლექსის $[(NiI_2 \cdot (ნმდეა)_4)]$ რენტგენოსტრუქტურული გამოკვლევის დაწყების წინ ვვარაუდობდით, რომ ნიკელის კოორდინაციული პოლიედრი წარმოიქმნებოდა ოთხი ნმდეა-ლიგანდის ჰეტეროციკლთა აზოტისა და იოდის ატომებით (ოქტაედრული კოორდინაცია). მაგრამ ჩატარებული რენტგენოსტრუქტურული გამოკვლევით დამტკიცდა, რომ კომპლექსის შედგენილობაში არის წყლის მოლეკულა (რაც ნაერთის ელემენტთა ანალიზით არ იყო მოცემული). რომელის ერთი იოდის ატომს აძევებს გარესკოორდინაციო სფეროში და თვითონ იკავებს მის ადგილს შიგნკოორდინაციო სფეროში. შესაბამისად, კომპლექსის კრისტალის აღნაგობა გამოისახება შემდეგი სახით: $[(NiI_2 \cdot (ნმდეა)_4 \cdot (H_2O)] \cdot I$ კრისტალში კომპლექსური კატიონებისა $[(NiI \cdot (ნმდეა)_4 \cdot (H_2O)]^+$ და ანიონებისა I^- წყობა განისაზღვრება $O-H \dots I$ ტიპის წყალ-აღური ბმებით წყლის მოლეკულებსა და არაკოორდინირებულ იონებს შორის (ნახ. 4).



ნახ. 4. კომპლექსის $[(NiI \cdot (ნმდეა)_4 \cdot (H_2O)_2] \cdot I$ აღნაგობა

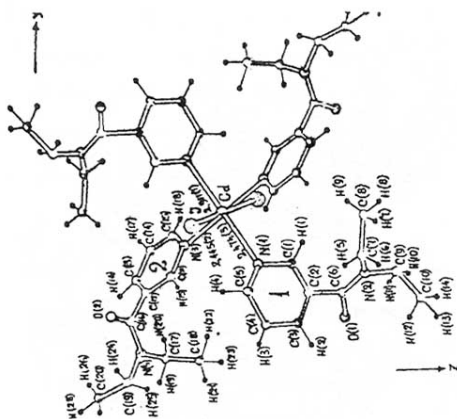
კოორდინაციული ნაერთის $[(Ni(CH_3COO)_2 \cdot (ნმდეა)_2 \cdot (H_2O)_2)]$ კრისტალთა სტრუქტურული ერთეულებია ცენტრსიმეტრიული მონომერული კომპლექსები ტრანსოქტაედრული კოორდინაციით. ნიკელის ატომი განლაგებულია ელემენტარული უჯრედის ინვერს-

ის ცენტრში და ოდნავ დამახინებული კოორდინაციული მრავალ-
 ახნაგა ოქტაედრი წარმოიქმნება ორი მონოდენტატური ნმდეა-
 ლიგანდის ჰეტეროციკლის აზოტის ატომებით, ორი მონოდენ-
 ტატური აცეტატ ჯგუფის ჟანგბადსა და წყლის მოლეკულის
 ჟანგბადის ატომებით (ნახ. 5).



ნახ. 5. კომპლექსის $[(Ni(CH_3COO)_2 \cdot (ნმდეა)_2 \cdot (H_2O)_2]$ აღნაგობა

კრისტალურ სტრუქტურაში $[CdI_2 \cdot (ნმდეა)_4]$ კადმიუმის
 ატომის კოორდინაციულ მრავალწახნაგას წარმოქმნის მონოდენ-
 ტური ნმდეა-ლიგანდი, რომლებიც კადმიუმის კომპლექსწარ-
 მოქმნელ ატომთან კოორდინირებულია მხოლოდ ჰეტეროციკლის
 აზოტის ატომებით: $Cd - Ni$ 2,474 და $Cd - N3$ 2,445 Å⁰ და აცი-
 დოლიგანდის იოდის ორი ატომით: $Cd - I$ 2,911 Å⁰. აღნიშნული მან-
 დილები რამდენადმე მეტია, ვიდრე შესაბამისი მანძილები ანალო-
 გიურ კომპლექსებში, რაც უეჭველად გამოწვეული მოცულობითი
 ნმდეა-ლიგანდებისა და იოდის ატომების შესვლით შიგასა-
 კოორდინაციო სფეროში და ამით გამოწვეული სტერიული
 წინაღობებით ნახ. 6.



ნახ. 6. კომპლექსის $[(CdI_2 \cdot (ნმდეა)_4)]$ აღნაგობა

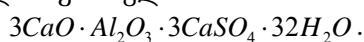
კოორდინაციული ნაერთის $[(CdI_2 \cdot (ნმდეა)_4)]$ სტრუქტურაში თუთიის გარშემო ოქტაედრული კოორდინაცია ხორციელდება SCN^- ჯგუფების აზოტის ორი და ოთხი მონოდენტატური ნმდეა-ლიგანდების ჰეტეროციკლთა აზოტის ოთხი ატომით (ნახ. 7). ცენტრალური კომპლექსწარმოქმნელი თუთიის ატომის გარშემოწერილობაში (ოქტაედრული კოორდინაციულია) კუთხური დამახინჯებანი მცირეა (ინტერვალი $87,5-94,2^{\circ}$). SCN^- ჯგუფები ხაზოვანია ($177,5-177,1^{\circ}$). მანძილები $Zn-N_{NCS}$ 2,081 და $2,118 \text{ \AA}$ ხვდება იმ ინტერვალში, რომელიც ცნობილია ლიტერატურიდან ანალოგიური $Zn-N_{NCS}$ მანძილებისათვის. თუთიის ატომებსა და ნიკოტინმჟავა დიეთილამიდის მოლეკულების აზოტის (ჰეტეროციკლი) ატომებს შორის ბმათა სიგრძეები $Zn-N_{ნდეა}$ 2,271; 2,219; $2,216$ და $2,194 \text{ \AA}$ ეთანადება ანალოგიური ბმების მანძილებს სხვა ოქტაედრულ კოორდინაციულ ნაერთებში.

ტ.მ.დ. პროფ. თამაზ გაბადაძის სამეცნიერო-კვლევითი მოღვაწეობა

თვალსაჩინო მეცნიერისა და პედაგოგის ტ.მ.დ. პროფ. თ. გაბადაძის სამეცნიერო-კვლევითი მოღვაწეობა უაღრესად მნიშვნელოვანი აღმოჩნდა სამშენებლო სფეროსთვის. მეცნიერმა შექმნა: გაფართოებადი და მძაბავი სხვადასხვა მაღალი მარკის ცემენტები. არაფეთქებადი დამანგრეველი მასალა, რომელიც ანვითარებს 100-300 ატმ. წნევას. მასალა გამოიცადა ჭიათურის შახტებში მანგანუმის მადნების მოპოვებისას ფუნდამენტების, მასის ქანების და სხვათა დასანგრევად.

1960 წელს მეც. თ. გაბადაძეს მიღებული აქვს საავტორო მოწმობა ზესწრაფმავრებადი, თვითარმირებადი, წყალგაუმტარი პორტლანდცემენტის შექმნაზე (20 წუთში 100 მარკის მიღწევა).

ეს ყველაფერი დაფუძნებულია მინერალ ეტრინგიტის წარმოქმნაზე რომლის ფორმულაა:



წარმოქმნილი კრისტალების სიგრძეა 10-20 მიკრომეტრი.

სიგანე 3-5 მიკრომეტრი.

ზემოაღნიშნულ საკითხებთან დაკავშირებით იაპონიის ერთ-ერთი ფირმა საბჭოთა კავშირის „ლიცენზიტორგს“ თხოვდა გადაეცათ მათთვის ბ-ნ გაბადაძის მიერ დამუშავებული ტექნოლოგიები, ხოლო ინგლისის გამოჩენილმა მეცნიერმა მოათავსა ინგლისის ცენტრალურ ჟურნალში პირველი სტატიის თარგმანი რუბრიკით „პროგრესი რუსეთში“.

ბ-ნი თამაზის მეცნიერული ტრადიციები არა მარტო გააგრძელა, არამედ უმაღლეს საფეხურზე აიტანა თეორიული ფიზიკის დარგში მისმა უფროსმა ვაჟმა გიგა (გრიგორ) გაბადაძემ, რომელიც არის ნიუიორკის ერთ-ერთი უდიდესი უნივერსიტეტის სრული პროფესორი და ამავე უნივერსიტეტის სამეცნიერო ცენტრის დირექტორი ფიზიკასა და კოსმოლოგიაში.

ტ.მ.დ. პროფ. არჩილ სარუხანიშვილის უმნიშვნელოვანესი სამეცნიერო კვლევები

ცნობილი ქართველი ქიმიკოსის, მრავალმხრივ განათლებული მეცნიერის ტ.მ.დ. პროფ. არჩილ სარუხანიშვილის ხელმძღვანელობით ჩატარდა ნაყოფიერი სამეცნიერო კვლევები

1. ახალი კლასის – მანგანიტური ამორფული მასალების (მინების) მიღების სფეროში

(მკვლევართა ჯგუფი: ნ. ქუთათელაძე, თ. ჭეიშვილი,
ვ. კურცხალია, ნ. ლამბაშიძე)

თეორიულად ნავარაუდები და პრაქტიკულად დამტკიცებულ იქნა მინათა ახალი კლასის – მანგანიტური მინების არსებობა. ახსნილ იქნა მანგანუმის როლი ამ მინათა სტრუქტურაში და, შესაბამისად, ფიზიკურ-ქიმიურ და ტექნოლოგიურ თვისებებზე გავლენა. დამტკიცებულ იქნა, რომ მინაში მანგანუმი ძირითადად ორ მდგომარეობაშია და ამ მდგომარეობათა თანაფარდობაზეა დამოკიდებული მანგანუმშემცველი სილიკატური და ბორატული მინების თვისებები. იმაზე თუ რომელი მდგომარეობა სჭარბობს მინაში ზეგავლენას, სინთეზის პირობების გარდა, კომპოზიციის თვისებრივი შედგენილობა და მინაში მანგანუმის შემცვენი ნივთიერების რაობა ახდენს.

ამ ნაშუშევრებმა მისცა დასაბამი მრავალი სახის მინებისა და მინანქრების, თვითშეწონადი სუსპენზიების მიღებას, მათ შორის საქართველოს რიგი საწარმოთა მოხსნითი ქანებისა და მყარი ნარჩენების გამოყენებით.

მინებიდან აღსანიშნავია კომპოზიტის შექმნა, რომელსაც ზედაპირული ნახევარგამტარობა ახასიათებდა, მაშინ როდესაც მოცულობა ინარჩუნებდა დიელექტრიკის ყველა თვისებას. ამ მასალის თავისებურება იყო იმაში, რომ ნახევარგამტარი აფსკი წარმოიქმნებოდა თავისთავადად თერმული დამუშავების შედეგად სხვა სპეციფიკური დანამატების მინაში შეყვანის გარეშე.

ამგვარი მასალის პერსპექტიულობა არაერთხელ იქნა დადასტურებული რიგ საგამოცდო ლაბორატორიაში „მათ შორის თავის დროზე საქართველოში არსებულ გაერთიანება „მიონში“.

2. მინანქრების სფეროში

(მკვლევართა ჯგუფი: ვ. გორდელაძე, ი. ზედგენიძე, ი. კვეზერელი-კოპაძე, ი. ბერძენიშვილი, მ. რაზმაძე, თ. ლაბაძე)

გამოკვლეულია და პრაქტიკულად შემოწმებულია საქართველოს მრეწველობის მოხსნითი ქანებისა და მყარი ნარჩენების გამოყენების შესაძლებლობა სხვადასხვა დანიშნულებისა და სახის მინანქრების მიღებაში.

მანგანუმით ღარიბი კარბონატული მადანი ტრაქიტის გამოყენებით მიღებული და მრავალჯერადად გამოცდილ იქნა:

– ფუძე მინანქარი ყველა სახის დამფარავი მინანქრებისათვის, რომელიც გამოირჩეოდა მიღების დაბალი ტემპერატურით;

– ფუნქციონალური მჟავა და ტუტე გამძლე მინანქარი ქიმიური აპარატურისა და კვანძების დასაცავად. უპირატესობა არსებულებთან შედარებით ქიმიური მედეგობის მეტი ხარისხი, მიღების დაბალი ტემპერატურა და მასალატევალობის მკვეთრი შემცირება. ამგვარი მინანქრის თვითღირებულება $\approx 30\%$ -ით ნაკლებია არსებულ მინანქრებთან შედარებით;

– ფუნქციონალური ზღვის წყლის მიმართ მდგრადი მინანქარი წყალქვეშა უძრავი და მოძრავი მოწყობილობებისა და მათი კვანძების დასაცავად. გამოირჩევა დაბალი თვითღირებულებითა და ხანმედეგობით;

– ფუნქციონალური მინანქარი სხვადასხვა დანიშნულების გემისა და ხომალდის შიდა ტიხრების დასაცავად კოროზიისაგან ხასიათდება მაღალი ხანმარმედეგობით, მცირე თვითღირებულებით;

– ფუძე და ფუნქციონალური მინანქრები საყოფაცხოვრებო ელექტრო და აირქურებისათვის გამორჩევა კვების პროდუქტების ზეგავლენისადმი მაღალი მედეგობით, მაღალი სანიტარულ-ჰიგიენური მაჩვენებლებით, დაბალი თვითღირებულებით.

მინის ლეწის გამოყენებით მიღებულია საუველირო ნაკეთობათა დეკორირებისათვის განკუთვნილი მინანქრები. სადღეისოდ შექმნილია 100-მდე ნახევარტონური და გამჭირვალე მინანქარი.

მიღებულმა მინანქრებმა და მომინანქრებული ნაკეთობებმა გაიარეს ლაბორატორიული, ნახევრადსაწარმოო და საწარმოო გამოცდები საქართველოში, მოლდავეთში, უკრაინაში, რუსეთში და ყველა სახელმწიფოში მიიღეს მაღალი შეფასება.

3. საქართველოში არსებული საწარმოთა მყარი ნარჩენების და რიგი ქანების გამოყენების თეორიული და პრაქტიკული შეფასების სფეროში

(მკვლევართა ჯგუფი: ვ. მახვილაძე, ნ. ყურშუბაძე, ე. ნიკოლეიშვილი, დ. რუხაძე, დ. ჭინჭარაძე, თ. ნიკოლეიშვილი)

თეორიულად და პრაქტიკულად შეფასებულია რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ბრძმედის წიდის, ჭიათურის მანგანუმის მადნის გამდიდრების ნარჩენების, ქუთაისის ანალციმური ქანის, ბენტონიტური თიხების მოპოვების მოხსნითი ქანის (ტრაქიტის), ყვარლის ღვარცოფული გამონატანის გამოყენების შესაძლებლობა სილიკატური და ძნელდნობადი არაორგანული მასალებისა და ნაკეთობების დასამზადებლად. დადგენილია, რომ რუსთავის ბრძმედის წიდა და ჭიათურის მადნების გამდიდრების ნარჩენები ტექნოგენური ნედლეულთა რიცხვს მიეკუთვნება.

მათი გამოყენება შესაძლებელია საშენ მასალათა თითქმის ყველა სფეროში, შესაბამისი გამოსავალი კომპოზიციების თვისობრივი შედგენილობის სწორი შერჩევით. ხაზგასმულია, რომ ბრძმედის წიდის დღეს არსებული გადამუშავების სქემა მოითხოვს დახვეწას, რაც ერთი ორად გაზრდის მისი გამოყენების სფეროებს, მათ შორის საქართველოს საზღვრებს გარეთაც.

ჭიათურის მადნის გამდიდრების ნარჩენები წარმატებულად შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა სახის კერამიკის, მინის, მინანქრის წარმოებაში. ტრაქიტი, როგორც მინის, მინანქრისა და კერამიკის ერთ-ერთი გამოსავალი მასალა მიზანშეწონილია გამოყენებულ იქნას თვისობრივად ახალ თანაფარდობებში რათა მოიპოვოს სრული აღიარება მეწარმეთა შორის.

ყვარლის ღვარცოფული გამონატანი – სტიქიოგენური ნედლეულია. მისი გამოყენება პირველ რიგში პორტლანდცემენტის წარმოებაშია მიზანშეწონილი, თუმცა კი არც კერამიკის წარმოებაში იქნება მისი გამოყენება ურიგო.

ამ ნედლეულთა შემდგომ ტექნოლოგიურ კვლევებს შეუძლიათ მკვეთრად შეცვალონ ადგილობრივი და შემოტანილი საშენ მასალათა და ნაკეთობათა სადღეისოდ საქართველოსთვის ეკონომიკურად გაუმართლებელი თანაფარდობა და მოუტანოს ქვეყანას სარგებელი.

ამასთან უეჭველად გადაიჭრება სოციალური პრობლემებიც – გაუმჯობესდება ეკოლოგიურად უსაფრთხო პირობები, დასაქმდება ჩვენი მოსახლეობის მნიშვნელოვანი ნაწილი.

4. კომპოზიტების მიღების ოპტიმალური პირობების დადგენის სფეროში

(მკვლევართა ჯგუფი: დ. ერისთავი, ა. გოგიშვილი, ვ. ერისთავი, მ. შვეილდაძე, ვ. მინდინი, ს. მაზმიშვილი)

მიმდინარეობს ისეთი სისტემების კვლევა, რომელთა მნიშვნელობა თანამედროვე ტექნიკისა და მეცნიერებისათვის მეტად დიდია. B-O-N-C და Si-O-N-C სისტემები საფუძველია ისეთი კომპოზიტების მიღებისა, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება ცეცხლმძლევი, საპოხი, ქიმიურად მდებრივი, ცვეთადმიმდებარი, ნახევრადგამტარული, ლუმიინოფორული, სათბობი ელემენტების, გამმართველების, ტრანზიტორების, რადიაციული ტექნიკის და მრავალი სხვა მასალისა და ნაკეთობის მიღება-დამზადებაში.

მაგრამ, ყოველთვის ვერ ხერხდება მათი მიღების მიზნობრივი პროდუქტის მაქსიმალური გამოსავლიანობის უზრუნველყოფადი პირობები. ამის მრავალმხრივ მიზეზთა შორის ძირითადია აღნიშნული სისტემების ექპერიმენტული კვლევის მასალა-, ენერგო- და შრომატევადობა.

გამოსავალი ამ შემთხვევაში კომპიუტერულ მოდელირებაშია. ამ დასკვნას ადასტურებენ მსოფლიოში სხვადასხვა დარგში შექმნილი გამოცდილებანი.

ამ გზას ადგას სტუ-ს მკვლევართა ჯგუფი მითითებული სისტემების კვლევაში.

ღღეისათვის უკვე დადგენილია ბორისა და კაუის, ნიტრიდების, კარბიდების, მილების ოპტიმალური პირობები, სხვადასხვა ტემპერატურასა და წნევებისას პროდუქტთა ფაზური შედგენილობა, სხვადასხვა პარამეტრის შემოქმედება მიზნობრივი პროდუქტის გამოსავლიანობაზე.

მკვლევართა ჯგუფის მიერ მიღებული შედეგები არაერთხელ იქნა მოხსენებული სხვადასხვა საერთაშორისო კვორუმზე და გამოიწვია გაცხოველებული დისკუსია, ძირითადი შედეგები გამოქვეყნებულია საზღვარგარეთისა და საქართველოს პერიოდიკაში.

დაბალტემპერატურული მინანქრები ფერადი ლითონებისათვის

(მკვლევართა ჯგუფი: ვ. გორდელაძე, ტ.მ.კ. თ. ანთაძე, მაგისტრანტი)

განხილულია ბიოსილიკატური მინანქრების შედგენილობები სპილენძის, ოქროს, ვერცხლის და მათი შენადნობების მომინანქრებისათვის. ამ დანიშნულების მინანქრების გამოწვის ტემპერატურული ინტერვალი $750-840^{\circ}\text{C}$ -ია. მაღალი ხარისხის მქონე მომინანქრებული ზედაპირის მისაღებად, მინანქრის გამოწვის ტემპერატურა ლითონის სტრუქტურული გარდაქმნების ტემპერატურაზე ნაკლები უნდა იყოს. მიუხედავად ამისა, გამოყენებული მინანქრების გამოწვის ტემპერატურები იმყოფება ფერადი ლითონების შენადნობების სტრუქტურული გარდაქმნების ტემპერატურული ინტერვალის ზღვარზე. მაგალითად, ოქროს შედგენილობის სტრუქტურული გარდაქმნების ტემპერატურული ინტერვალი $830-900^{\circ}\text{C}$ -ის, ხოლო ვერცხლის $730-910^{\circ}\text{C}$ -ის ზღვრებშია (შენადნობების კომპონენტებთან დამოკიდებულებაში).

ლიკვიდუსის ტემპერატურის მოსაზღვრე ტემპერატურაზე მინანქრის მრავალჯერადი გამოწვა მოსამინანქრებელი ლითონის სტრუქტურის შეცვლას იწვევს, რაც მნიშვნელოვან გავლენას

ახდენს როგორც მინანქრის ხარისხზე, ისე მთლიანად მომინანქრებულ ნაკეთობაზე. ლითონის და თვით მინანქრის ზედაპირზე წარმოიქმნება დეფექტები ბუშტების, ფორების, ანატაკჩის სახით, იცვლება მინანქრის ან ლითონის ფერი, ხოლო ნაკეთობა დეფორმირდება. ფერადი ლითონებისათვის განკუთვნილი მინანქრების გამოწვის ტემპერატურის შემცირება აღნიშნული დეფექტების თავიდან აცილების საშუალებას იძლევა. ამასთან, მინანქრის გამოწვის და, ასევე, მისი სინთეზის ტემპერატურების დაბლა დაწვევა იწვევს ელექტროენერგიის ხარჯის შემცირებას და თბოტექნიკური აგრეგატების მომსახურების ვადების გაზრდას.

ლიტერატურული მონაცემები ფერადი ლითონებისათვის ადვილდნობადი მინანქრების შედგენილობების შესახებ ძალზე მცირეა. უფრო მეტია მონაცემები ადვილდნობად მინებზე და მინანქრებზე თუმცა, ეს მონაცემები ეხება ან ნარჩილის შექმნას მსუბუქ და ფერად ლითონებთან, ან მომინანქრებულ შავ ლითონებს. აღსანიშნავია, რომ მინების შეთავსებული ნარჩილების შექმნა სპილენძთან (ლითონთან, რომელსაც, ოქროსა და ვერცხლის შენადნობებთან შედარებით, მინის თერმული გაფართოების კოეფიციენტებთან მიახლოებული მნიშვნელობა აქვს) პრაქტიკულად შეუძლებელია. ეს გარემოება და ის, რომ ასეთ მინებს ქიმიური მდგრადობის მიმართ არ წაეყენება განსაკუთრებული მოთხოვნები, მათ ფერადი ლითონებისათვის საფარის მისაღებად გამოუსადეგარს ხდის.

ყველაზე მეტია მონაცემები ადვილდნობადი მინანქრების შესახებ. თუმცა როგორც აღინიშნა, ისინი განკუთვნილია ძირითადად შავი ლითონებისათვის და, ამგვარად, მათი ოქროს დასაფარად გამოყენება, რომელსაც გაცილებით მეტი თერმული გაფართოების კოეფიციენტი ახასიათებს, წარმოუდგენელია.

ამდენად, ძვირფასი ლითონების ადვილდნობადი საფარების შემუშავება გამორჩეული გზით, მაგრამ ანალოგიური მინანქრების შესახებ არსებული მონაცემების გათვალისწინებით უნდა წარიმართოს.

ადვილდნობადი მინანქრები, ისევე როგორც მინები, ექსპერიმენტატორთა უმრავლესობის მიერ მიიღება შედგენილობაში ტუტე ლითონთა და სხვა მდნობების შემცველობის ზრდის ხარჯზე.

თუმცა, მიიღება რა ტექნოლოგიური საფარები, მათი ქიმიური მდგრადობა არსებული ჩვეულებრივი სილიკატური მინანქრების მდგრადობაზე მრავალჯერ ნაკლებია.

სხვა გზა იქნა არჩეული შავი ლითონებისათვის განკუთვნილი გამოწვის დაბალტემპერატურული მინანქრების შემუშავებისას.

ცნობილია, რომ გარკვეული მინის გამოდნობა დამოკიდებულია არა მარტო თავად მინის ქიმიურ შედგენილობაზე, არამედ საწყისი ნარევის კაზმის შედგენილობაზეც. სტუ-ს ფიზიკური ქიმიისა და სილიკატების ტექნოლოგიის კათედრებზე მიღებული გამოცდილებით (ფოლადისათვის მხატვრული მინანქრების სინთეზის დროს), ძირითად კაზმურ მასალად გამოიყენებოდა პერლიტი. კვარცის ქვიშისა და პერლიტის საფუძველზე სინთეზირებული მინანქრების ხარშვამ მეცნიერთა ჯგუფი მიიყვანა ადრე ჩატარებულ სამუშაოთა ანალოგიურ დასკვნებამდე. პერლიტი გამოდგა „მდნობი“. მაგრამ, ამისათვის აუცილებელი იყო კაზმურ ნარევი ამ კომპონენტების შეყვანა, რომლებიც პერლიტის დნობის ინიცირებას ახდენს (პერლიტის დნობის ტემპერატურა საკმაოდ მაღალია $>1500^{\circ}\text{C}$). ამგვარ კომპონენტებს ჩვენ შემთხვევაში B_2O_3 , R_2O , ZnO , SnO , PbO და BaO წარმოადგენდა, ისინი წარმოქმნიან რა დაბალტემპერატურულ ევტექტიკებს, მკვეთრად ამცირებენ პერლიტის დნობის ტემპერატურას. პერლიტის შემცველი კაზმური ნარევის მთლიანი დნობა, ანალოგიური შედგენილობის კვარცის ქვიშიან ნარევთან შედარებით, $60-80^{\circ}\text{C}$ -ით უფრო დაბალ ტემპერატურებზე ხორციელდება. პერლიტის გამოყენებისას ამის მიზეზი არის, ერთი მხრივ, სილიკატების წარმოქმნის სტადიის შემცირება ან მისი სრული უთანაბრობა, ხოლო, მეორე მხრივ, კვარცის მარცვლების ხსნადობის აუცილებლობის უქონლობა. შესაბამისად მცირდება მინანქრის ხარშვის დროც.

ცნობილია შემდეგი შედგენილობის მინანქრები, წონ.%

SiO_2 31-39	K_2O 1-5
B_2O_3 13-21	ZnO 13-20
Na_2O 14-22	Fe_2O_3 2-10

და, აგრეთვე, ერთ-ერთი ეგრეთ წოდებული შუალედური ოქსიდებიდან Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2 . ეს შედგენილობები განკუთვნილია ფოლადის უგრუნტო მომინანქრებისათვის. ისინი უზრუნველყოფენ

დაბალტემპერატურული გამოწვის მინანქრების მიღებას, თუმცა მათი გამოყენება სპილენძზე და მის შენადნობებზე ხარისხიანი საფარების მისაღებად შეუძლებელია (ლითონთან შეჭიდულობის უქონლობა, მჟავებისადმი დაბალი ქიმიური მდგრადობა და განღვრადობის დაბალი მნიშვნელობა).

ჩატარებული კვლევების შედეგად გამოიკვეთა შემდეგი შედგენილობის მინანქრები წონ. %

SiO ₂ 34-52	SnO ₃ -16
B ₂ O ₃ 10-12	ZnO ₂ -10
Al ₂ O ₃ 2-6	MoO ₃ 0,5-1,5
Na ₂ O18-26	Li ₂ O 3-4
K ₂ O8-12	

ხაზობრივი თერმული გაფართოების კოეფიციენტის შესაბამისობის, საჭირო შეჭიდულობის სიმტკიცის და მარილმჟავას მიმართ საკმაოდ მაღალი ქიმიური მდგრადობის ხარჯზე ეს მინანქრები უზრუნველყოფს სპილენძისა და მის შენადნობებზე საფარის მიღებას. თუმცა, მათი მიღება ხარშვის საკმაოდ მაღალ ტემპერატურებთანაა დაკავშირებული, ხოლო განღვრადობა გამოწვის ტემპერატურებზე არ იძლევა ტიხრულ ნაკეთობებზე ტიხრებიდან ქვევით დაქანებული მენისკიანი საფარის მიღების საშუალებას.

ჩატარებულ სამუშაოთა მიზანი იყო მინანქრის ხარშვის ტემპერატურისა და ხანგრძლივობის შემცირება და საფარის გამოწვის ტემპერატურებზე (680-750⁰C) განღვრადობის მნიშვნელობის გაზრდა. აღნიშნული მიზანი მიღწეულ იქნა PbO-ს და BaO-ს დამატებითი შემცველობით შემდგენი ოქსიდების შემდეგი რაოდენობისას, წონ. %:

SiO ₂ 34-42	Al ₂ O ₃ 2-4
B ₂ O ₃ 10-12	SnO _{0,5} -3
Na ₂ O18-22	ZnO 2-6
K ₂ O8-10	BaO 1-10
Li ₂ O 3-4	PbO 1-10

კაზმურ ნარევიში მიმდინარე პროცესებისას ფორმირდება უჯრედოვანი ტიპის მინის სტრუქტურა, რომელშიც უჯრედებს შორის კავშირები მკაცრი მიმართულებით ხასიაღება, რისი შედეგიც მინანქრის ხარშვის ტემპერატურის შემცირება და გამოწვისას განღვრადობის გაზრდაა.

პროფ. გურამ გაფრინდაშვილის ნაყოფიერი სამეცნიერო კვლევები

გამოჩენილმა მეცნიერმა პროფ. გ. გაფრინდაშვილმა შეისწავლა საქართველოს ბუნებრივი არამადნეული მინერალები და დაადგინა მათი შედგენილობა, მათ შორის აღსანიშნავია:

ბაჯითის კვარცის ქვიშები-გავრცელებულია საჩხერის რ-ში, იყენებენ საქარე მინის წარმოებაში. მინერალოგიური შედგენილობა: კვარცის ქვიშა 93-95%, მინდვრის შპატი – 5,3-5,4%, Fe_2O_3 -0,01%, დანარჩენი მინერალები 0,3-1,5%.

ბერლიტები – გავრცელებულია ნინოწმინდის რაიონში და მუშავდება სამთო კომპანია „ფარავანპერლიტის“ მიერ, გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან გამოიყენება კერამიკული ფილებისა და სანტექნიკური ნაწარმის დასამზადებლად მინდვრის შპატის ნაცვლად. მისი ქიმიური შედგენილობაა: SiO_2 71,4-75,5%; Al_2O_3 13,06-13,65; Fe_2O_3 0,1-1%; TiO_2 0,12-0,15%; CaO 0,88-0,98%; MgO 0,3-0,34; SO_3 0,1-0,23; K_2O 4,85-5,11; Na_2O 3,45-3,65; ხ.დ. 4,43-4,78.

ბეტონიტური თიხა – ასკანგელი გავრცელებულია ოზურგეთის რაიონში, რომელსაც დიდი გამოყენება აქვს კერამიკულ, ნავთობსადიებო, კვების და სხვა საწარმოებში. იგი შეიცავს ტუტე მონტმორინოლიტს და ხასიათდება მაღალი პლასტიკურობით. 1% ასკანგელი კერამიკურლ მასალებში ცვლის 4-6% ზომიერად პლასტიკურ თიხებს. მისი ქიმიური შედგენილობაა: SiO_2 55-60%; Al_2O_3 18-20; Fe_2O_3 1,5-2%; TiO_2 0,25-0,35; RO 1-4%; K_2O 2,7-3,0%; Na_2O 2,3-2,5%; ხ.დ. 6-8%.

კირქვები დიდი რაოდენობითაა გავრცელებული დედოფლის წყაროში რაიონული ცენტრიდან 2 კმ დაშორებით. მათ იყენებენ ცემენტის წარმოებაში ხასიათდებიან მაღალი სიმკვრივით, ერთგვაროვნებით. $CaCO_3$ -ის მაღალი შემცველობით – რომელიც შეადგენს 98-99%-ს.

მინდვრის შპატები გავრცელებულია ძირულის ხეობაში. მათი ძირითადი არამადნეული მინერალებია მიკროკლინი, მიკროკლინ-პერტიტი და ალბიტი. ქიმიური შედგენილობა: SiO_2 60-70%; Al_2O_3 19-21; Fe_2O_3 0,15-1,0; FeO 2-3%; Na_2O 2-3%; K_2O 10-13%.

ღურუჯის წყალსაცავის შლამი ხასიათდება წვრილდის-პერსიულობით, ერთგვაროვანი შედგენილობით – საბადო მდებარეობს ყვარლის რაიონში. შლამის მინერალოგიურ შედგენილობაში შედის: კვარცი, მუსკოვიტი მადნეული მინერალები, SiO_2 59,75%; Al_2O_3 21,76%; Fe_2O_3 7,18%; CaO 0,61%; MgO 3,28%; Na_2O 1,78%; K_2O 3,32%; ხ.დ. 5-8%.

ქსანის (მეტეზის) კარბონატური თიხები, გამოიყენება აგურის, კრამიტის და მიოლიკის ტიპის ჭურჭლის წარმოებაში. თიხები ზომიერად პლასტიკურია, არ შეიცავენ მსხვილი ზომის კარბონატულ ჩანართებს. ქიმიური შედგენილობა: SiO_2 45-50%; Al_2O_3 15-18%; Fe_2O_3 4-6%; CaO 12-15%; MgO 1-25%, R_2O 1,5-2%; ხ.დ. 12-125%.

ჯვარისის კაოლინები გავრცელებულია ტყიბულის რაიონში. ძირითადად შეიცავენ კაოლინიტისა და მონტმორინოლიტის თიხურ მინერალებს. ქიმიური შედგენილობა: SiO_2 50-55%; Al_2O_3 28-32%; Fe_2O_3 0,1-1%; TiO_2 0,3-0,9%; RO 0,7-1%; Na_2O 0,1-0,3%; K_2O 1-1,6; ხ.დ. 9-11%.

გურჯაანის ვულკანური ფერფლი მდებარეობს სოფ. ყანდაურასთან ახლოს. იგი ძლიერი მალღობელია. გამოყენება შეიძლება კერამიკულ მასებში შეცხობის ტემპერატურის შესამცირებლად. ქიმიური შედგენილობა: SiO_2 66,43; Al_2O_3 12,93%; Fe_2O_3 4,37%; CaO 1,00%; MgO 0,11%; SO_3 0,17%, Na_2O 5,46%; K_2O 4,96%; ხ.დ. 4,88.

პერევის თიხები მდებარეობს საჩხერიდან 15 კმ-ის დაშორებით. თიხა შეიცავს კაოლინიტურ ჯგუფების მინერალებს, ხასიათდება მაღალი პლასტიკურობით. თიხის ცეცხლგამძლეობა $1350-1400^\circ\text{C}$. ქიმიური შედგენილობა: SiO_2 50,5-53,2%; Al_2O_3 25,7-27,6%; Fe_2O_3 9,4-9,8%; CaO 0,4-0,5; MgO 0,3-0,4; R_2O 2-3%; ხ.დ. 10,9-11,5%.

პერევის თიხების გამოყენებით მიიღება შემცხვარკეციანი წვრილი ფერის სატარე ბოთლები **ალკოჰოლური** სასმელებისათვის. ერთი ერთ ქართული ფირმა დღესაც აშშ-ი აგზანის ქართულ საფერავის ღვინოს ქართული ტარით.

ორთოპედიული სტომატოლოგიის ფაიფურის სინთეზი ადგილობრივი ნედლეულის საფუძველზე

(მეცნიერ მკვლევარი – გ. გაფრინდაშვილი)

საღეჭ აპარატს ადამიანის საყოფაცხოვრებო და სასიცოცხლო ფუნქციებში საპატიო ადგილი უკავია, ვინაიდან მისი საშუალებით სრულდება უმნიშვნელოვანესი ყოფითი ოპერაციები: ღეჭვის და ლაპარაკის ფუნქცია, სუნთქვა, მონაწილეობა კოსმეტიკურ-ესთეტიკური მონაცემების სრულყოფაში.

მასალებს, რომლებიც გამოიყენება კბილთა პროტეზების და აპარატების დასამზადებლად წაყენებათ მკაცრი მოთხოვნები:

1. უნდა იყოს აბსოლიტურად ინდიფერენტური ორგანიზმის მიმართ, არ უნდა იწვევდნენ ადგილობრივ ან ზოგად მავნე მოქმედებას ადამიანის ორგანიზმზე, არ უნდა შედიოდნენ რეაქციაში პირის ღრუს სითხესთან, ანუ ხასიათდებოდნენ მაღალი ქიმიური მდგრადობით პირის ღრუს ბიოლოგიურ გარემოსთან.

2. კბილთა პროტეზების დამზადების პროცესში გამოყენებული მასალები არ უნდა იჩენდნენ მავნე ზემოქმედებას დამამზადებლის ორგანიზმზე, არ უნდა იწვევდნენ პროფესიონალურ ინტოქსიკაციას.

3. პირის ღრუზე, ფუნქციის შესრულების დროს, მოქმედებას ახდენენ სხვადასხვა ფაქტორები, როგორცაა: ღეჭვითი წნევის ძალები, რის გამოც აპარატს უნდა გააჩნდეს საკმარისი სიმკვრე და დაბალი ცვეთადობის თვისება, არ უნდა ხასიათდებოდეს აღსორბციის უნარით საკვებ ნივთიერებებსა და მიკროფლორას შორის, უნდა გამოირჩეოდეს ფერის მდგომარეობის მყარი თვისებით, რამე თუ ხელოვნური კბილთპროტეზების ფერი უნდა შეეფარდებოდეს პაციენტის ინდივიდუალურ მონაცემებს.

ფაიფურის გამოყენებას კბილთპროტეზების დასამზადებლად დიდი ხნის ისტორია აქვს. სტომატოლოგიური ფაიფურის ფართოდ გამოყენება საერთაშორისო მასშტაბით განპირობებულია თვითმასალის ფიზიკო-ქიმიური და ტექნოლოგიური თვისებების მაღალი მაჩვენებლებით, რაც საშუალებას გვაძლევს მივალწიოთ ხელოვნური კბილების ბუნებრივ კბილებთან მსგავს იმიტირებას. ფაიფურის მნიშვნელოვან ღირსებას წარმოადგენს აგრეთვე მისი

ოპტიკური თვისებები, რითაც მიიღწევა ხელოვნური კბილების სასურველი გამაფერების შექმნის შესაძლებლობა; ფაიფურის სიმაგრე და სიმტკიცე ანალოგურია ბუნებრივი კბილების მახასიათებლებისა, გამოირჩევიან მაღალი ესთეტიკურობით, ფერის უცვლელობით და პირის მიმართ ინდიფერენტულობით, თერმო და ელექტროგამტარობის დაბალი დონით.

დღეისათვის სტომატოლოგიური ფაიფური ფართოდ გამოიყენება მთელ მსოფლიოში მოსახსნელი და მოუხსნელი კონსტრუქციის კბილთპროტეზების დასამზადებლად.

ფაიფურის მასა წარმოადგენს ქარხნული წესით დამზადებული სტანდარტული ხელოვნური კბილების მთავარ კომპონენტს, ასევე იგი გამოიყენება სხვადასხვა კონსტრუქციის კბილთპროტეზების (ჩანართები, ხელოვნური გვირგვინები, მოუხსნელი ხიდისებური კბილთპროტეზები) ინდივიდუალური წესით ლაბორატორიაში დასამზადებლად, როგორც საკუთრივ ფაიფურის, ასევე კომბინირებული ლითონ-ფაიფურისათვის (მეტალოკერამიკა).

მაღალი ხარისხის სტომატოლოგიური ფაიფურის მისაღებად იდეალური პირობებია საქართველოში, რაც განპირობებულია უნიკალური ადგილობრივი ნედლეულის არსებობით. ფაიფურის ძირითადი კომპონენტებია კაოლინი, მინდვრის შპატი, კვარცი და ოქსიდური საღებავები.

ჯვარისის კაოლინი (ტყიბულის რაიონი) მოპოვებული სელექციური წესით წარმოადგენს საუკეთესო ნედლეულს, ვინაიდან იგი არ შეიცავს მავნე შემფერავ ოქსიდებს, როგორცაა Fe_2O_3 და TiO_2 . კაოლინის რაოდენობაზე დამოკიდებულია ფაიფურის, როგორც გამჭვირვალობა, ასევე გამოწვის ტემპერატურა.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია სტომატოლოგიურ ფაიფურში ოზურგეთის ტრაქიტის გამოყენების საკითხი. მინდვრის შპატი, რომელიც წარმოადგენს ძირითად ნედლეულს სტომატოლოგიური ფაიფურის შემადგენლობაში, შეცვლილ იქნა ოზურგეთის ტრაქიტით, რომლის შემცველობა ფაიფურის მასალაში 80%-მდეა. ტრაქიტი, როგორც უნიკალური ბუნებრივი მაღლობელი კერამიკაში საფუძვლიანადაა შესწავლილი ავტორთა მიერ

მაღალვოლტიანი ელექტროზოლატორების დასამზადებლად. კალიუმის მაღალი მოდულის $\left(\frac{K_2O}{Na_2O} = 15 \div 25\right)$ შემცველობის გამო.

ტრაქტი ხელს უწყობს პროდუქტის განსაკუთრებით გაზრდილ სიკრიალეს, დეფორმაციის მიმართ მდგრადობაში, მექანიკური პარამეტრების მკვეთრ მომატებას, რაც ზოგადად სტომატოლოგიური ფაიფურის ნაკლად ითვლება. აღსანიშნავია, რომ ტრადიციულ მინდვრის შპატებში, რომლებსაც იყენებენ საზღვარგარეთ სტომატოლოგიურ ფაიფურში კალიუმი არ აღემატება 6-7%-ს.

მაღალი ხარისხის კვარცით და კვარციტებით მდიდარია ძირულის ხეობა, ყაზბეგის რაიონი და სხვა.

წარმოდგენილი სამუშაოს რეალიზაცია საშუალებას იძლევა ქ. თბილისში ჩამოვაყალიბოთ ორთოპედიული სტომატოლოგიის მასალების მწარმოებელი მინი საწარმოო, რომელიც უზრუნველყოფს საქართველოს სტომატოლოგიურ დაწესებულებებს სტომატოლოგიური ფაიფურით, ხოლო ჭარბი პროდუქციის საზღვარგარეთ ექსპორტი ხელს შეუწყობს ქვეყნის ბიუჯეტის შევსებას და სამუშაო ადგილების გაჩენას.

საწარმოს გამართვა არ საჭიროებს საზღვარგარეთიდან მანქანადანადგარების შემოტანას, მისი მოწყობა შესაძლებელია ადგილობრივი რესურსებით და ძალებით.

ძვირფასი ლითონების (ოქრო, ვრეცხლი და მათი შენადნობები) მომინანქრების ტექნოლოგია ცნობილი იყო ჯერ კიდევ ძვ.წ. XVII-XII საუკუნეებში. დამზადების ტექნოლოგიური თავისებურების მიხედვით, ცნობილია მომინანქრებული ნაწარმის 5 სახეობა. მათგან ერთ-ერთი უძველესი და ფართოდ გავრცელებულია ე.წ. ტიხრული მომინანქრება. ისტორიული წყაროებიდან ცნობილია, რომ ტიხრული მომინანქრების სამშობლოდ ითვლება საბერძნეთი, სადაც პირველი მხატვრული ნიმუშები VI ჩვ.წ. აღ. საუკუნეში შეიქმნა.

საქართველოში მხატვრული მომინანქრების ტექნოლოგია მაღალ დონეზე იყო შუა საუკუნეებში, ხოლო ტიხრული მომინანქრება თარიღდება VIII-IX საუკუნეებით.

მიუხედავად მრავალ საუკუნოვანი ისტორიისა, რომელიც განვლო ტიხრულმა მინანქარმა ძვირფასი და ფერადი ლითონების დასაფარავად, არც ერთ ქვეყანაში დღემდე არ არსებობდა ტიხრული კერამიკა და მინა. ბ-ნ გ. გაფრინდაშვილის მიერ 2007-08 წლებში დამუშავებული იქნა ახალი მიმართულება მინისა და კერამიკისაგან დამზადებული ნაკეთობის ტიხრული ჭიქურებით დაფარვისა, რაც ახალი სიტყვაა საერთაშორისო მასშტაბით.

აღნიშნულ საკითხს ეხება წარმოდგენილი პატენტი P-4411. ინტელექტუალური საკუთრების ეროვნული ცენტრი საქპატენტი.

GEP 2008 4411B

გამოგონებაზე პატენტის აღწერილობა

პატენტი განეკუთვნება დეკორატიულ-გამოყენებითი ხელოვნების დარგს, კერძოდ, ხელით ნაკეთები მხატვრული ნამუშევრების მიღებას.

უძველესი დროიდან ცნობილია ძვირფასი ლითონების მომინანქრების ტექნიკა და მისი მეშვეობით მხატვრულ ნაკეთობათა დამზადება. უკანასკნელ წლებში, როგორც საქართველოში, ისე საზღვარგარეთ, დიდი ყურადღება ეთმობა ე.წ. ტიხრული მინანქრის გამოყენებას სხვადასხვა მხატვრული კომპოზიციის შესაქმნელად. დღეისათვის ცნობილი ტიხრული მინანქრის დამზადების ხერხები ითვალისწინებს ძვირფასი და ფერადი ლითონების ფუძის სათანადო მომზადება-დამუშავებას, მასზე ტიხრების მოწყობას (მირჩილვა, დაწებება, გალვანიკა, ქიმიური დამუშავება), ტიხრებს შორის სივრცის სხვადასხვა შეფერილობის მინანქრით შევსებას, თერმულ დამუშავებას (გამოწვას), მის შემდგომ გახეხვას და გაპრიალებას, მაგრამ ტიხრული მინანქრის ნაკეთობის დამზადება მეტად რთული და ძვირადღირებული პროცესია. ამავე დროს მომინანქრებული ნაწარმის ხარისხი დიდადაა დამოკიდებული ლითონის ზედაპირის წინასწარ მომზადებაზე სპეციალური ხერხებით (გამოწვა, ქიმიური დამუშავება, კრაცირება და კვლავ გამოწვა), ლითონსა და მინანქარს შორის მჭიდრო შეჭიდულობის შესაქმნელად. ასევე რთულია ტიხრების ლითონის ზედაპირთან დამაგრებაც. ლითონური ფუძის შემთხვევაში, ამ უკანასკნელის დაჟანგვის გამო, ხშირად იცვლება

მინანქრის ფერი, რაც უარყოფითად მოქმედებს ნაკეთობის ხარისხზე.

გამოგონების ტექნიკური შედეგია მხატვრული დეკორირებისათვის ტიხრული ჭიქურის მიღების გამარტივებული ხერხი კერამიკული ფუძის გამოყენებით.

გამოგონების არსი არის ის, რომ ტიხრული ჭიქურის ფუძეს ამზადებენ არა ლითონისაგან, არამედ მინის ნარჩენებისა და პლასტიკური თიხების საფუძველზე მიღებული დაბალ ტემპერატურაზე შეცხობილი კერამიკული მასისაგან, რომელზეც ნელ მდგომარეობაში ამაგრებენ სხვადასხვა მასალის ტიხრებს და მათ შორის სივრცეებს ავსებენ ფერადი ჭიქურებით, ნაკეთობას თერმულად ამუშავებენ, შემდგომ ხეხავენ და აპრიალებენ.

ტ.მ.დ. პროფ. ზ. კოვზირიძის სამეცნიერო შრომები

კომპოზიციური მასალებისა და ნაკეთობათა ტექნოლოგიის მიმართულების (№77) ხელმძღვანელმა ტ.მ.დ. პროფ. ზ. კოვზირიძემ, მრავალმხრივ განათლებულმა მეცნიერმა, უბაღლო მამული-შვილმა – თავისი ნიჭიერებით, მშობლიურ ტექნიკურ უნივერსიტეტს მსოფლიოში გაუთქვა სახელი. გთავაზობთ რამოდენიმე შრომას მისი სამეცნიერო კვლევებიდან.

1) ალუმინის ჟანგის ფხვნილის გამოყენება ერთ-ორ- და მრავალკომპონენტთან ნარევებში)

(მკვლევართა ჯგუფი: გ. გრატვოლი, ინჟ. კ. ელენბერგი, ინჟ. ბრემენის უნივერსიტეტი ზ. კოვზირიძე, ტ.მ.დ. დ. გვენცაძე, ტ.მ.კ. საქ. ტექნ. უნივერსიტეტი)

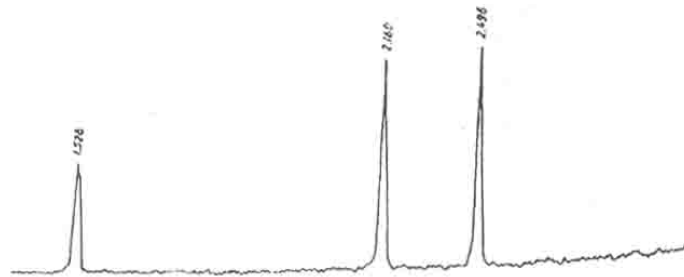
შესრულებული სამუშაოს მიზანი იყო ალუმინის ჟანგის ნანოფხვნილის გამოყენება მის შესასწავლად ორ- და მრავალკომპონენტთან ნარევებში. მაღალი სისაღე (მიკრომექანიკა), მაღალი ლღობის ტემპერატურა (2050°C), მაღალი კოროზიამდეგობა, ნანოფხვნილის მსხვილი ფრაქციების შედარებითი სიიაფე მისი ფართო მოხმარების საშუალებას იძლევა. მსოფლიოში

დამზადებული ოქსიდური კერამიკის დაახლოებით 90% ბაზირებს ალუმინის ფანგზე. წელიწადში მსოფლიოში მუშავდება 40 მლნ. ტ. ალუმინის ფანგი.

კვლევისათვის გამოყენებულ იქნა გერმანული ფირმა „ALCOA“-ს წარმოების (მარკა CT 3000SG) γ - Al_2O_3 , რომლის კუთხური ზედაპირია $\text{BET}=7,1 \text{ მ}^2/\text{გ}$. პირველადი მარცვლების საშუალო ზომით $\text{D}_{50}=0,435 \text{ კმ}$. ქიმიური შედგენილობა, მას. %: Al_2O_3 -99,80; Na_2O -0,08; CaO -0,02; SiO_2 -0,03; Fe_2O_3 -0,02; MgO -0,08.

ალუმინის ოქსიდის შეცხოვის პროცესში ადგილი აქვს მარცვლების ინტენსიურ ზრდას, რაც აფერხებს მზა პროდუქტის ფიზიკურ-ტექნიკურ მახასიათებლებს. ამიტომ მცირე დანამატებად (100%-ს ზევით) გამოყენებულ იქნა $\text{MgO}(0,5)$ და ქიმიურად სუფთა $\text{Y}_2\text{O}_3(1,5)$.

რენტგენოფაზური ანალიზის შედეგებმა (ნახ. 1.) დაადასტურა ფხვნილში როგორც მხოლოდ ალუმინის ფაზა, ასევე ელექტრონული მიკროსკოპის კვლევის მონაცემები. რენტგენოგრამა – სიბრტყეთა შორის დაცილებების $\text{D}_{\text{hkl}}=2,496; 2,160$ და $1,528 \text{ ნმ}$ სრიალის კუთხის ინტერვალში $15-45^\circ$ ხასიათდება ამორფული ფონით, ანუ კრისტალების ნანოგანზომილება ფხვნილში აბსოლუტურად უპირატესია.

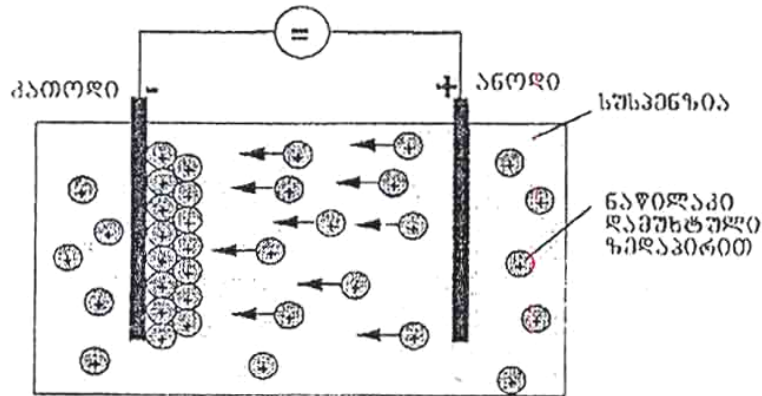


ნახ. 1. ალუმინის ფანგის ნანოფხვნილის რენტგენოგრამა

პირველ ეტაპზე ავტორთა ამოცანა იყო კერამიკული კაპილარების მიღება. ასეთი კაპილარები შეიძლება გამოვიყენოთ როგორც სენსორები, ღრუტანიანი ბოჭკოები სითბოსა და

ნივთიერების გაცვლისათვის, ქიმიური ანალიზისათვის, მედიცინაში სხვადასხვა დანიშნულებისათვის. მათი გამოყენება შესაძლებელია აგრეთვე ექსტრემალურ პირობებში სამუშაოდ: მაღალი ტემპერატურების, აგრესიული მედიების და ინერტული თვისებების მქონე მასალათა მოთხოვნისას გარემო პირობების მიმართ.

კათოდრაზე დამზადდა ხელსაწყო ელექტროფორეზით კერამიკული კაპილარების მისაღებად (ნახ. 2).



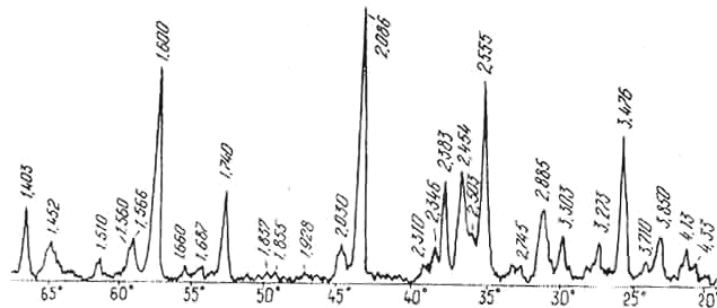
ნახ. 2. ელექტროფორეზით კერამიკული კაპილარების მიღების სქემა

ელექტროფორეზით ცილინდრის ფორმის კათოდზე წინასწარ კარგად მორეული სუსპენზიიდან დაილექება წყალთან მედიაში დისპერგირებული ნანოფუნელი, რომელიც წინასწარ იმუხტება 50-500 ვოლტი ძაბვით. ვინაიდან ალუმინის ჟანგი წყლიან მედიაში ამჟღავნებს დადებით მუხტს, მისი დამუხტული ნაწილაკები შემოეფინება კათოდს და წარმოიქმნება ცილინდრის ფორმის ჰომოგენური ნახევარფაბრიკატი. ამ მეთოდით შესაძლებელია დამზადდეს კაპილარები ზომით – შიგა დიამეტრი 5-7 კმ და გარე დიამეტრი 40-400 მკმ. პროდუქტის ფორიანობა სინთეზის პირობების მოხედვით შეიძლება იყოს 0-40%. კათოდი შეიძლება იყოს C-ბოჭკო, რომელიც ნახევარფაბრიკატთან ერთად გამოიწვევა მუფელის ლუმელში 600⁰C ტემპერატურაზე, დამჟანგავ გარემოში. C-ბოჭკო ამოიწვევა და დარჩება ალუმინის ჟანგის

კაპილარი, რომელიც შემდეგ თერმულად დამუშავდება სასურველ ტემპერატურაზე.

კათოდის სახით გამოყენებული იქნა სპილენძის მავთული. კათოდის დიამეტრით განისაზღვრა მიღებული კაპილარის შიგა დიამეტრიც, ხოლო ნაწილაკების ზომით, მედიაზე მიყენებული ძაბვითა და ცდის ხანგრძლივობით – კაპილარის სისქე. იმისათვის, რათა შესაძლებელი ყოფილიყო კაპილარის გამოძრობა კათოდიდან, მასზე აცხელებდნენ ორგანულ ნივთიერებას – გრაფიტს 7-8 მიკრონის სისქით. შემდეგ ეს ნახევარფაბრიკატი კათოდთან ერთად თერმულად 600°C ტემპერატურაზე მუშავდებოდა მუფელის ლუმელში. გრაფიტის ამოწვის და კათოდიდან ნახევარფაბრიკატის გამოძრობის შემდეგ, ხდებოდა მისი შემდგომი თერმული დამუშავება 1450°C დამყანგავ გარემოში.

კვლევის მეორე ეტაპზე ალუმინის უანგის ნანოფხენილს მისი დაყალიბების მიზნით დამატებულ იქნა ფოსფატური შემკვრელი $\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$ და ჩატარდა რენტგენოსტრუქტურული ანალიზი (ნახ. 3).



ნახ. 3. ალუმინის უანგის ნანოფხენილის რენტგენოგრამა ფოსფატური შემკვრელის დანამატით

შემკვრელი დაემატა 7 მას.%-ის ოდენობით. კონსოლიდაცია მოხდა ლითონის ფორმაში დაყალიბებული 170°C -ზე. მექანიკური წნევა ზევიდან შეადგენდა 250 მპა. ფორმა იძლება ყველა მხრიდან, რაც უზრუნველყოფს ნაკეთობის დაუზიანებლად ამოღებას, მიუხედავად ფხენილის მაღალი ადჰეზიურობისა

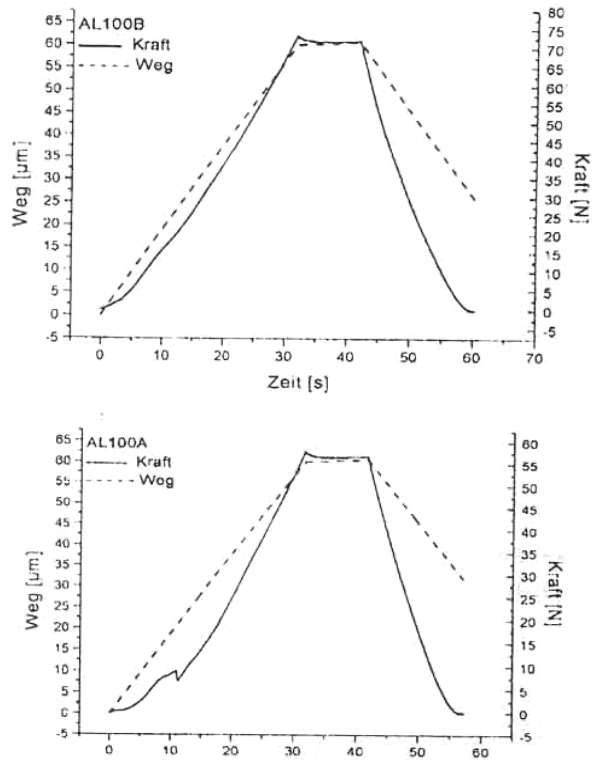
ლითონის ზედაპირის მიმართ. შემდგომი თერმული დამუშავება მიმდინარეობდა SiC ელექტროლუმელში რეჟიმით 1,5⁰C-ზე 2 სთ დაყოვნებით საბოლოო ტემპერატურაზე. გაცივება თავისუფალი რეჟიმით. რენტგენოგრაფიამ აჩვენა n-Al₂O₃, AlPO₄ და FeAl₂O₄ ფაზური შემცველობა. როგორც ჩანს, ხსნარში მათი მაღალი აქტივობის გამო ჰიდროფოსფატიონები შლის Al₂O₃-ის მცირე ოდენობას და იერთებს ალუმინის იონს ALPO₄-ის წარმოქმნით. გამოთავისუფლებულ ჟანგბადის იონს იერთებს რკინის იონი და ალუმინის ჟანგთან ერთად წარმოქმნის FeAl₂O₄-ს, რაც დასტურდება რენტგენოგრაფიაზე წარმოდგენილი სიბრტყეთა შორის დაცილებით. ალუმინის იონის ჰიდროფოსფატიონებში ჩანაცვლების შედეგად გამოთავისუფლებული წყალბადის იონები წარმოქმნის წყლის მოლეკულებს, ჰიდროფოსფატიონების მიერ ალუმინის ჟანგის მცირე ოდენობის დაშლის შემდეგ გამოთავისუფლებულ ჟანგბადის იონებთან. წარმოქმნილი წყალი ფხვნილიდან ამოდის მისი თერმული დამუშავების დროს.

ბრემენის უნივერსიტეტის კერამიკული მასალებისა და ნაკეთობების კათედრაზე განისაზღვრა ქართველი მეცნიერის მიერ მიღებული კერამიკული მასალის მიკრომექანიკა ვიკერსის მეთოდით CD Muecke-Haerte ხელსაწყოზე. ინდენტორი აღმასის პირამიდა. გამოყენებული იქნა სხვადასხვა დატვირთვები (ცხრილი 1), (ნახ. 4.).

ცხრილი 1

ფოსფატური შემკვრელზე ალუმინის ჟანგის ნანოკერამიკის მიკროსისალის გაზომვის შედეგები

ინდექსი	ბზარის სიღრმე, მკმ	ანბეჭდის დიაგონალი, მკმ	დატვირთვა, N _ფ	გაძილება, X	HV, GP ^a
AL 100 _ა	140	80	55	500	16,0
AL100 _ბ	240 დისიპაცია	200	75	500	5,5
AL490 _ა	150 დისიპაცია	100	100	500	7,5
AL490 _ბ	220 დისიპაცია	140	140	500	5,0



ნახ. 4. ნიმუშზე ინდენტორის დატვირთვისა და მის მიერ გავლილი გზის დამოკიდებულება დროში Weg-გზა; Zeit-დრო; Kraft-ძალა

როგორც ცხრილიდან ჩანს, სისხლის მაღალი მაჩვენებლები არ აღინიშნება, ვინაიდან მასალა შემკვრელით არის მიღებული და მხოლოდ 800 გრადუსზეა დამუშავებული. აქ ყურადღებას იმსახურებს მიკრომექანიკის მაჩვენებელი. ეს მონაცემი მაღალ მაჩვენებლად უნდა ჩაითვალოს. ასეთი კერამიკისათვის დაბალ ტემპერატურაზე მიღებული დისიპაციის ანუ ენერჯის გაბნევის მოვლენები ადასტურებენ კერამიკაში ფორების შემცველობას. ცხრილის მონაცემებით და მე-4 ნახ-ზე წარმოდგენილი გრაფიკული გამოსახულებით, რომელიც გვიჩვენებს ინდენტორის მოძრაობას მასალაში სამოცი წამის განმავლობაში, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მიღებული კერამიკისათვის ოპტიმალური

დატვირთვა არის 50-55N, რომლის დროსაც მასალა თავისი მიკრომექანიკის მაქსიმუმს ამჟღავნებს.

ალუმინის ჟანგის შემდგომი გამოყენება ორკომპონენტთან სისტემაში მიზანშეწონილია ფოსფატური შემკვრელების გამოყენებით ნიკელის ნანოფხვნილთა ერთად კერამიკის გამტარი თვისებების მისაღებად, მჭრელი კერამიკისათვის ალუმინის ჟანგის ნანოფხვნილის გაძლიერება ტიტანის კარბიდის დანამატებით, გააუმჯობესებს მის მჭრელ თვისებებს როგორც ბრუნთა რიცხვის გაზრდის შემთხვევაში, ასევე ცვეთამდეგობას დროში.

2) ცეცხლგამძლე კომპოზიტის მიღება დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერის ბაზაზე

(მკვლევართა ჯგუფი: ზ. კოვზირიძე, ტ.მ.დ. ნ. ნიჟარაძე, ტ.მ.კ. ვ. ქინქლაძე, ინჟინერი)

მაგნეზიური ცეცხლგამძლეების წარმოებისათვის ნედლეულის მარაგის შექმნის მიზნით მსოფლიოში მკვლევარების წინაშე დღის წესრიგში დააყენა მისი შემცველი ცეცხლგამძლე მასალის მიღების საკითხი ცემენტის გამოსაწვავი მბრუნავი ლუმელების შეცხოების ზონისა და მეტალურგიისათვის.

საზღვარგარეთის ბევრ ქვეყანაში შეინიშნება გარკვეული წინსვლა მაგნეზიური ცეცხლგამძლეების ხარისხის ამაღლების საქმეში. ხდება სრულყოფა და დამუშავება ნახშირბადშემცველი ცეცხლგამძლეების, კერძოდ, პერიკლას ნახშირბადოვანი მასალების, ერთი მხრივ, ნახშირბადშემცველი დანამატის შეყვანის გზით მაგნეზიურ მასალებში და, მეორე მხრივ, ნახშირბადშემცველი შემკვრელების გამოყენებით. გარდა ამისა, მბრუნავი ლუმელების შეცხოების ზონაში იყენებენ დოლომიტიან ცეცხლგამძლეებს. არის კირქვიანი ცეცხლგამძლეების გამოყენების მცდელობაც. მიღებულია ცეცხლგამძლე მჭიდა მასალა კიქრვისა და სერპენტინიტის ბაზაზე, ასევე – დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერი და ჩატარდა კვლევები მის ბაზაზე ცეცხლგამძლე ნაკეთობის მისაღებად კლინკერის სხვადასხვა ფრაქციის ნარევის დაყალიბების გზით.

დოლომიტი დანალექი კარბონატული მთის ქანია, რომელიც შეიცავს 54,3% CaCO₃-ს 45,7% MgCO₃-ს. საქართველოში არის დოლომიტის საბადოები აბანოს, ტყვარჩელის და ბზიფის ადგილმდებარეობის.

სერპენტინიტი, ასევე, მთის ქანია, რომელიც ძირითადად მინერალ სერპენტინისაგან (3MgO·2SiO₂·2H₂O) შედგება. საქართველოში სერპენტინიტის საბადო წნელისშია.

სტატიაში განხილულია მიღებული დოლომიტ-სერპენტი-ნიტული კლინკერის შესწავლის შედეგი და მის ბაზაზე ცეცხლგამძლე კომპოზიტის მიღების შესაძლებლობანი ნახშირბად-შემცველი დანამატებისა და შემკვრელის გამოყენებით.

კვლევისათვის გამოყენებულია აბანოს ადგილმდებარეობის დოლომიტი და წნელისის სერპენტინიტი.

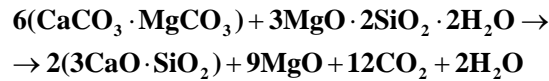
მათი ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 1-ლ ცხრილში.

ცხრილი 1.

სერპენტინიტის, დოლომიტის და დოლომიტ-სერპენტინიტული კლინკერის ქიმიური შედგენილობა

ნედლეულის დასახელება	ოქსიდების შემცველობა, მას.%									
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	MnO	R ₂ O	ხურბ. დანაკ.	სინესტე
სერპენტინიტი	37,22	1,70	8,20	0,56	39,36	0,3	-	0,13	12,20	0,32
დოლომიტი	4,50	2,62	0,88	32,01	18,23	0,38	0,7	0,13	40,77	0,21
დოლომიტ-სერპენტინიტური კლინკერი	16,05	2,53	3,02	46,00	32,52	0,23	-	-	-	-

დოლომიტ-სერპენტინიტის ნარევის გამოწვისას მიმდინარე ჯამური ქიმიური რეაქცია შეიძლება ასეთი სახით წარმოვადგინოთ:



ქ.მ.დ. პროფ. რამაზ ქაცარავა

გამოჩენილი ქართველი ქიმიკოსის, ქ.მ.დ. პროფ. რამაზ ქაცარავას მიღწევებზე, საერთაშორისო აღიარებას და მნიშვნელობაზე ნათლად მეტყველებს საქ. მეცნ. აკადემიის მაცნეში გამოქვეყნებული სტატია „ქაცარავას მეთოდი“, რომელსაც ყოველგვარი ინტერპრეტაციის გარეშე გთავაზობთ.

„ქაცარავას მეთოდი“

საუკუნეზე მეტია, რაც ქიმიაში იყენებენ რეაქციებს, რომელთა სახელწოდება უშალოდ უკავშირდება იმ მეცნიერის გვარს, ვინც აღმოაჩინა, დეტალურად შეისწავლა, განავითარა ან სრულყო ესა თუ ის რეაქცია თუ მეთოდი. მეცნიერის გვარის მიკუთვნება რომელიმე კონკრეტული რეაქციის ან მეთოდისათვის უპირველეს ყოვლისა მიუთითებს არა მარტო ამ მეცნიერის აღიარებაზე, არამედ მისდამი უღრმეს პატივისცემაზეც. თუ დღეს ასეთი სახელობითი რეაქციების რიცხვი ორგანული ქიმიის ტერმინოლოგიის მნიშვნელოვან ნაწილს შეადგენს და უკვე 1000 აღემატება, მაღალმოლეკულურ ნაერთთა ქიმიაში ეს რიცხვი გაცილებით ნაკლებია. ამდენად, ბოლო წლების პერიოდულ ლიტერატურაში მაღალმოლეკულურ ნაერთთა სინთეზის ერთ-ერთი პოლიკონდენსაციური მეთოდის მოხსენიება „ქაცარავას მეთოდის“ სახელწოდებით, უდავოდ მიუთითებს ცნობილი ქართველი ქიმიკოსის სამეცნიერო მიღწევების საერთაშორისო აღიარებაზე. მოვიტან მხოლოდ ორ მოკლე ამონარიდს: ესპანელი მეცნიერების ჯ. ბროუს, ი. ირიბარენის, ა. როდრიგეს-გალანისა და ს. მუნიოს-გერას სტატიიდან: „ჩვენი სინთეზის სტრატეგია აგებულია ქაცარავას მეთოდზე, რომელიც ეფუძნება დიკარბონმჟავების გააქტიურებული ბის-(ჰენტა-ქლორფენილ) დიეთერებისა და N,N'-ბის-(ტრიმეთილსილილ)დიამინების ურთიერთქმედებას და პოლიკონდენსაციის დარგში მსოფლიოში აღიარებული გერმანელი ქიმიკოსის ჰ. კრიხელდორფის და მისი თანაავტორების შრომიდან: „ეს მიდგომა (იგულისხმება თავისუფალი დიამინების პოლიკონდენსაცია დიკარბონმჟავების დიეთერებთან – ლ.ნ.) ადრე შემუშავებული ოყო

პროფ. ქაცარავას მიერ სხვადასხვა პოლიამიდების სინთეზისათვის“.

დღეს, პროფ. რ. ქაცარავას სახელს უკავშირებენ მაღალმოლეკულურ ნაერთთა სინთეზის ახალი პოლიკონდენსაციური მეთოდის – „გააქტიურებული პოლიკონდენსაციის“ (მასთან ერთად „სილილური პოლიკონდენსაციის“) სრულყოფასა და განვითარებას, რომლის საფუძველზეც განხორციელდა სხვადასხვა კლასის თაობის ჰეტეროჯაჭვური: პოლიეთერების, პოლიამიდების, პოლიურეთანების, პოლიმარდოვანების, პოლიბენზაზოლების, პოლიეთერამიდების, მათი თანაპოლიმერების და სხვ. სინთეზი.

რამაზ ქაცარავა – ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ტექნიკური უნივერსიტეტის სამედიცინო პოლიმერებისა და ბიომასალების კვლევითი ცენტრის დამაარსებელი და ხელმძღვანელი, პროცესებისა და აპარატების და ზოგადი ქიმიური ტექნოლოგიის მიმართულების ხელმძღვანელი, 230-ზე მეტი სამეცნიერო შრომის (მათ შორის დიდი ნაწილი წამყვან უცხოურ ჟურნალებშია გამოქვეყნებული), 38 პატენტის (30 გაცემულია ყოფილ საბჭოთა კავშირში, 5-საქართველოში, 3-შშ-ში) ავტორია. პროფ. რ. ქაცარავას თანამშრომლებთან ერთად ბოლო 10 წლის განმავლობაში აქვს 20-ზე მეტი გრანტი. 1994-98 წლებში, ციტირების კოეფიციენტის მიხედვით იგი საქართველოში მოღვაწე მეცნიერთა პირველ სამეულში (აკად. ი. კილურაძე – 256, პროფ. გ. მრეკლიშვილი – 216, პროფ. რ. ქაცარავა – 173) შედიოდა.

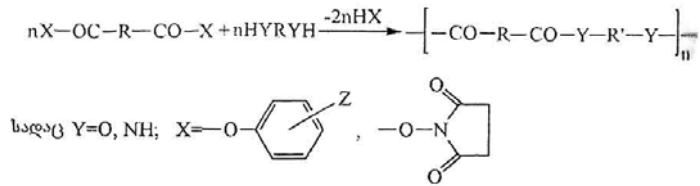
ცნობილია, რომ პოლიმერების მიღების ერთ-ერთ ძირითად მეთოდს წარმოადგენს პოლიკონდენსაცია (ანუ საფეხურებრივი ზრდის პოლიმერიზაცია Step Growth Polymerization). ტრადიციულად განასხვავებენ პირველი თაობის – მაღალტემპერატურული (სისტემატური კვლევები იწყება გასულის საუკუნის 20-30-იან წლებში) და მეორე – დაბალტემპერატურულ (გამოკვლევები დაიწყო მოგვიანებით – 50-60-იან წლებში) პოლიკონდენსაციურ მეთოდებს.

მაღალტემპერატურული პოლიკონდენსაციის განხორციელებისათვის იყენებენ ნაკლებად აქტიურ მონომერებს და პროცესს 200-250⁰C-ზე ნაღობში ან მაღალმდულარე გამხსნელის არეში ატარებენ. დაბალტემპერატურულ პოლიკონდენსაციას კი გაცილებ-

ბით რბილ პირობებში ($-30^{\circ}\text{C} \div +100^{\circ}\text{C}$ ინტერვალში, შედარებით დაბალმდულარე ორგანული გამხსნელის არეში ან ფაზათა გაყოფის ზედაპირზე) ატარებენ და მისი განხორციელებისათვის (მაგ. პოლიეთერებისა და პოლიამიდების სინთეზის დროს) ტრადიციულად იყენებენ ისეთ აქტიურ მონომერებს (ბისელექტროფილებს), როგორიცაა დიქლორანჰიდრიდები, ციკლური დიანჰიდრიდები, დიზოციანატები და სხვ. აღნიშნულ პოლიკონდენსაციურ მეთოდებს, დადებით მხარეებთან ერთად, ახასიათებს გარკვეული ნაკლოვანებები, რომელთაგან უმთავრესია მრავალრიცხოვანი თანამდე რეაქციები (რაც აფერხებს ჯაჭვის ზრდას და იწვევს „სხვადასხვაგვარ გოლიანობას“, მონომერების და შესაბამისად პოლიმერების სინთეზის შეზღუდული შესაძლებლობები.

გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან იყო მცდელობა პოლიკონდენსაციური პროცესების განხორციელებისათვის (კერძოდ პოლიამიდირების რეაქციებში) დიკარბონმჟავების დიქლორანჰიდრიდების ნაცვლად გამოეყენებინათ სხვა, „არატრადიციული“ გააქტიურებული ბისელექტროფილები, მაგალითად, შერეული ანჰიდრიდები, ორთოფოსფორმჟავას დიეთერები, ნახშირმჟავას მონოეთერები, ან დინიტროამიდები და დიკარბონმჟავების ბისიმიდაზოლური წარმოებულები, მაგრამ სასურველი შედეგი ვერ მიიღეს. აღნიშნული მონომერების უმრავლესობა (რომლებიც საკმაოდ რთული მისაღებია) დიამინებთან ურთიერთქმედებისას წარმოქმნიდა პრაქტიკული მიზნებისათვის ინტერესმოკლებულ, დაბალმოლეკულურ პოლიამიდებს. ამის გამო პოლიკონდენსაციის მეთოდი (ერთობ პერსპექტიული, როგორც შემდგომ გაირკვა), დაფუძნებული გააქტიურებული მონომერების არატრადიციული ფორმების ძირითადად ბისელექტროფილების) გამოყენებაზე, გარკვეული ხნის განმავლობაში მეცნიერთა სათანადო ყურადღების მიღმა აღმოჩნდა. და მხოლოდ 60-იან წლებში პროფ. ქაცარავამ თავის ფუნდამენტური გამოკვლევებით აჩვენა, რომ სხვადასხვა კლასის ჰეტეროჯაჭვური პოლიმერების სინთეზის ერთერთი ეფექტური და მიზანშეწონილ იყო ახალი, სხვადასხვა ბუნების გააქტიურებული მონომერების (ე.წ. „გააქტიურებული დიეთერების“) გამოყენება პოლიკონდენსაციის ეს მეთოდი ეფუძნება ე.წ. წამსვლელი ჯგუფების ანუ მონომერის იმ ნაწილის გააქტიურება,

რომელიც პოლიმერების წარმოქმნის პროცესში გამოიყოფა დაბალმოლეკულური თანამდე პროდუქტების სახით:



„გააქტიურებული დიეთილების“ მეთოდი, ისე როგორც იაპონელი მეცნიერების მიერ მოწოდებული „გააქტიურებული ღია მიმდების“ მეთოდი (ძირითადად პოლიამიდების სინთეზისათვის), ანუ ზოგადად ე.წ. „წამსვლელი ჯგუფების მეთოდი, ერთი შეხედვით ძალიან წააგავს დიქლორანჰიდრიდების გამოყენებაზე დაფუძნებულ ტრადიციულ დაბალტემპერატურულ პოლიკონდენსაციას, თუმცა მისგან განსხვავებით ხასიათდება გაცილებით უფრო ფართო სინთეზური შესაძლებლობებით სხვადასხვა ბუნებისა და სტრუქტურის „წამსვლელი ჯგუფების“ გამოყენების (შესაბამისად ელექტროფილური მონომერების რეაქციისუნარიანობის ფართო ზღვრებში მართვის) და არასასურველი თანამდე რეაქციების გაცილებით დაბალი წილის გამო. ამ მეთოდებმა შემდგომ „გააქტიურებული პოლიკონდენსაციის“ ზოგადი სახელწოდება მიიღო და დღეს განიხილება როგორც მესამე თაობის პოლიკონდენსაციური მეთოდი.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, პროფ. ქაცარავასა და მისი თანამშრომლების გამოკვლევები ეფუძნება ახალ პოლიკონდენსაციურ მონომერებად გააქტიურებული დიეთერების გამოყენებას. მათ ღრმად და საფუძვლიანად დაამუშავეს სხვადასხვა კლასის გააქტიურებული დიეთერების – დიკარბონმჟავების დიეთერების, დიოლების ბისფენილკარბონატების, ბისფენილკარბამატების და დიფენილკარბონატების სინთეზის ეფექტური მეთოდები და არნიშნული საკითხებს გამოკვლევათა მთელი ციკლი მიუძღვნეს.

პოლიმერწარმოქმნის პროცესების ფუნდამენტური კვლევის მიზნით მათ კომპლექსურად შეისწავლეს ახალი მონომერების აგებულებისა და რეაქციისუნარიანობის საკითხები (მათი მონოფუნ-

ქციური ანალოგების ამინოლიზის, ალკოჰოლიზისა და ფენოლიზის მოდელური რეაქციების მაგალითზე). აჩვენებს, რომ გაქტიურებული დიეთერების მიღების ყველაზე პერსპექტიულ მეთოდს წარმოადგენს დიკარბონმჟავების, დიოლებისა და დიამინების „პირდაპირი ეთერიფიკაციის“ მეთოდი, რომელიც არ საჭიროებს ტრადიციული მონომერული ფორმების – დიქლორანჰიდრიდების, ბისქლოროფორმიატებისა და დიზოციანიტების შუალედურ სინთეზს. დეტალურად გამოიკვლიეს რთული ეთერების რეაქციისუნარიანობის დამოკიდებულება როგორც აცილური ნაშთისა და მორეაგირე ამინის ბუნებაზე, ასევე წამსვლელი ჯგუფების აგებულებაზე. დაადგინეს სხვადასხვა ორთოჩამნაცვლებებს, საერეაქციო არისა და მორეაგირე ნუკლოფილების ბუნებაზე დამოკიდებულებით, ძალუძს პოლიკონდენსაციის პროცესების როგორც აჩქარება, ისე დამუხრუჭება, ასევე დაადგინეს, რომ გაქტიურებული მონომერების უმრავლესობას ახასიათებს მაღალი ჰიდროლიზური მდგრადობა, სტაბილურობა მესამეული ამინების, პროტონული და სუსტფუძოვანი აპროტონული გამხსნელების მიმართ; გარდა ამისა, აღნიშნული ნაერთები არ რეაგირებს ძირითადი მაკროჯაჭვების ამიდურ, ურეთანულ და შარდოვანულ ჯგუფებთან. ყოველივე ეს მკვეთრად განასხვავებს მათი დაბალტემპერატურულ პოლიკონდენსაციის ისეთი ტრადიციული მონომერებისაგან, როგორცაა დიქლორანჰიდრიდები, ბიქსქლოროფორმიატები და დიზოციანიტები.

პროფ. რ. ქაცარავამ დაადგინა, რომ გაქტიურებული დიეთერებს, გაქტიურებულ დიამიდებთან შედარებით, ახასიათებს მთელი რიგი უპირატესობანი: გაქტიურებული აგენტების (მაგალითად, ჩანაცვლებული ფენილების) ხელმისაწვდომობა და სიიაფე, დიეთერების მოხერხებული „პირდაპირი“ სინთეზი, მათი რეაქციისუნარიანობის, და შესაბამისად პოლიკონდენსაციის პროცესის ფართო ზღვრებში მართვის შესაძლებლობა წამსვლელი ჯგუფების ვარიანტების ხარჯზე, დიეთერების გაცილებით ნაკლები მიდრეკილება ჰიდროლიზისა და სხვა თანამედროვე რეაქციების მიმართ. და ბოლოს, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, სხვადასხვა კლასის გააქტიურებული დიეთერების ხელმისაწვდომობა და შესაბამისად, მრავალფეროვანი ჰეტეროჯაჭვური პოლიმერების სინთეზის ფართო პერსპექტივები. აღსანიშნავია, რომ 70-იან

წლებში, პოლიმერების სინთეზის ახალი დიოდების შემუშავების განსაკუთრებული „აფეთქების“ პერიოდში სხვადასხვა ავტორების მიერ მოწოდებული იყო გააქტიურებული პოლიკონდენსაციის სხვა მეთოდებიც, კერძოდ:

ა) გააქტიურებული ალკილური ეთერების მეთოდი, რომლის დროსაც გამოყენებული დიკარბონმჟავების მეთილის (ეთილის) ეთერები კარბონილის ჯგუფის მიმართ α - და β -მდგომარეობაში სხვადასხვა ჰეტეროატომს (O,S) შეიცავს; ჰეტეროატომი შესაძლოა შედიოდეს როგორც დიკარბონმჟავის ძირითად ჯგუფში, ისე გვერდით დაჯგუფებაში ან ჰეტეროციკლში;

ბ) „აქტიური ციკლების“ მეთოდი, როდესაც პოლიკონდენსაციის პროცესის განხორციელებისათვის იყენებენ ბიფუნქციურ მონომერებს, რომელთა ფუნქციური ჯგუფები წარმოდგენილია სხვადასხვა ჰეტეროციკლებით (ლაქტონებით, აზლაქტონებით, ციკლური კარბონატებით და სხვა);

გ) „პირდაპირი პოლიკონდენსაციის“ მეთოდი, რომლის დროსაც რეაქციის დიკარბონმჟავებს (ან ნახშირბადის დიოქსიდს) და ბისნუკლეოფილებს ძირითადად არომატულ დიამინებსა და ბისფენოლებს) შორის მიმდინარეობს სხვადასხვა მაკონდენსირებელი აგენტების თანაობისას;

დ) „ორგანიზებულ მოლეკულათა“ მეთოდი, როდესაც პოლიკონდენსაციური პროცესების დაჩქარება ხდება არა ელექტრონული ან სხვა შიგამოლეკულური ეფექტების ხარჯზე, არამედ სივრცეში მონომერების ურთიერთხელსაყრელი მატების ან კიდევ მათი ლოკალური კონცენტრაციის ზრდის შედეგად. აღნიშნული მეთოდები საკმაოდ ორიგინალური და საინტერესოა, მაგრამ ეფექტური თვალსაზრისით მათ არ გააჩნია „გააქტიურებული ეთერების მიღების“ მეთოდის უნივერსალობა ანუ პრაქტიკულად ყველა კლასის ჰეტეროცივილური პოლიმერის სინთეზის შესაძლებლობა, რაც თვალნათლივ იყო ნაჩვენები პროფ. რ. ქაცარავას გამოკვლევებით. მან დაადგინა ამა თუ იმ კლასის ჰეტეროჯგუფური პოლიმერის უნიფიცირების შესაძლებლობა ერთი გამააქტიურებელი აგენტის გამოყენებით.

მაღალმოლეკულურ ნაერთთა სინთეზის ერთ-ერთი ძირითადი მეთოდის პოლიკონდენსაციის სფეროში შესრულებული ფუნდამენ-

ტური გამოკვლევის შედეგები საფუძვლად დაედო რ. ქაცარავას სადოქტორო დისერტაციას: ჰეტეროჯაჭვური პოლიმერების სინთეზი გააქტიურებული პოლიკონდენსაციის მეთოდით (გააქტიურებული დიეთერების მეთოდი)“. რომელიც მან წარმატებით დაიცვა მოსკოვში 1988 წელს რუსეთის (მაშინ საკავშირო) მეცნიერებათა აკადემიის ა.ნ. ნესმეანოვის სახელობის ელემენტორგანულ ნაერთთა ინსტიტუტში.

რ. ქაცარავას გამოკვლევებს მაღალ შეფასებას აძლევს პოლიმერული ქიმიის ერთ-ერთი თვალსაჩინო მკვლევარი, რუსეთის (ყოფილი საკავშირო) მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდიუმის წევრი, ზოგადი და ტექნიკური ქიმიის განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი ვ. კაბანოვი, რომელიც აღიარებს პროფ. რ. ქაცარავას კვლევების პიონერულ ხასიათს. „მე სიამაყით ვუსმენდი ყველაზე მაღალი მსოფლიო სტანდარტების დონის პროფ. რ. ქაცარავას ლექცია ერთ-ერთ საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე“, – წერდა იგი 1991 წელს საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის პრეზიდენტს.

და ბოლოს, მნიშვნელოვანი და ყურადსაღებია ის ფაქტი, რომ პროფ. ქაცარავამ მის მიერვე დამუშავებული „გააქტიურებული პოლიკონდენსაციის“ მეთოდით მიიღო ახალი თაობის, პრაქტიკული თვალსაზრისით უაღრესად საინტერესო ბიონანალოგიური მაკრომოლეკულური სისტემები ბუნებრივი ამინომჟავების საფუძველზე.

L-ლიზინის ბენზილის ეთერის შემცველი თანაპოლიესტერამიდების ბიოდეგრადაციის კვლევა ცდებში IN VITRO პოტენციომეტრული ტიტრაციის მეთოდის გამოყენებით

(მკვლევართა ჯგუფი: თ. ქვირია, გ. ჯონაძე, თ. მემანიშვილი, გ. ჭუმბურიძე, რ. გაფრინდაშვილი, სტუ, 36 მიმართულება)

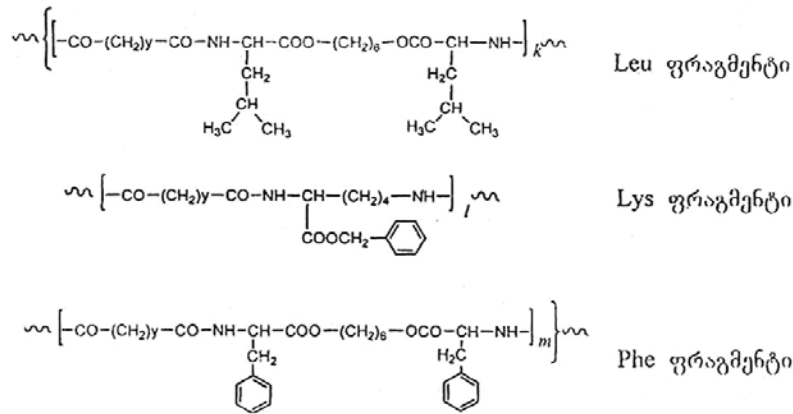
ბიოდეგრადირებადმა პოლიმერებმა ახალი ეპოქა შექმნეს ქირურჯიასა და თერაპიაში. ასეთი პოლიმერების საფუძველზე დამზადებული განწოვადი ქირურგიული მასალებისა და წამლების

კონტროლირებადი გამოყოფის სისტემების მრავალი ღირსება დღეს უკვე ეჭვგარეშეა. ამა თუ იმ მიზნით ბიოდეგრადირებადი პოლიმერების გამოყენებისას მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება მათ ფიზიკურ-ქიმიურ თვისებებს, ცოცხალ ორგანიზმთან ბიომეთავსებისა და ბიოდეგრადაციის სიჩქარეს. ამ კონტექსტში ბიოდეგრადირებადი პოლიმერების ერთ-ერთი ყველაზე პერსპექტიული ოჯახია მიღებული ბიოდეგრადირებადი პოლიესტერამიდების, რომელთა ზემოაღნიშნული თვისებების ვარიაცია შესაძლებელია მათ სინთეზში გამოყენებული სამი ტიპის „საშენი ბლოკის“ – α -ამინომჟავების, დიოლების და დიკარბომჟავების შერჩევით. პოლიესტერამიდები განიცდის როგორც *in vitro*, ასევე *in vivo* ბიოდეგრადაციას სასურველი სიჩქარით. აღსანიშნავია, რომ ზოგიერთმა პოლიესტერამიდმა უკვე პოვა ბიოსამედიცინო გამოყენება წამლის კონტროლირებადი გამოყოფის პრინციპით მომუშავე ჭრილობის საფარი მასალების სახით.

ბიოდეგრადირებადი პოლიესტერამიდების თვისებათა და, შესაბამისად, მათი გამოყენების, არეალის შემდგომი გაფართოების მიზნით მკვლევართა ჯგუფმა დაასინთეზა ახალი ე.წ. ფუნქციური პოლიესტერამიდები, რომელთა მაკრომოლეკულებში დიამინის სახით ჩართულია ამინომჟავა L-ლიზინი ბენზილის ესტერის ფორმით. ბენზილის ესტერი კატალიზური (Pd) ჰიდროგენოლიზით ადვილად გადადის კარბოქსილის ჯგუფების შემცველ ფორმაში, რომელთანაც შესაძლებელია ფუნქციური ჯგუფების (NH_2, OH) შემცველი ბიოაქტიური ნაერთების კოვალენტური შეკავშირება. ამ პოლიმერებმა უკვე პოვა გამოყენება სისხლძარღვთა სტენტის საფარის სახით, ამასთან პერსპექტიულია ლეიცინშემცველი პოლიმერები, რომლებსაც ამ მიზნისათვის აუცილებელი ელასტიკურობა აქვთ.

ლიზინშემცველი პოლიმერების პრაქტიკულ გამოყენებამდე აუცილებელია *in vitro* ცდებში შეფასდეს მათი ბიოდეგრადაციის (ფერმენტული ჰიდროლიზის) უნარი სტრუქტურასა და ფერმენტის ბუნებაზე დამოკიდებულებით. მოცემულ კვლევაში ობიექტებადაა შერჩეული თანაპოლიესტერამიდები ორი აღნიშნული ამინომჟავას – ლეიცინის (Leu) და ლიზინის (Lys) საფუძველზე. კვლევაში ჩართულია ასევე სამი ამინომჟავას – ლეიცინის, ლიზინისა და

ფენილალანინის (Phe) შემცველი პოლიმერები, რითაც შესწავლილ იქნა ამ უკანასკნელის გავლენა პოლიესტერამიდების ბიოქიმიურ თვისებებზე. ამინომჟავების შემცველი ფრაგმენტების მოლეკული წილები მოცემულია ცხრილში. სხვა „საშენ ბლოკებად“ პოლიმერების სინთეზში გამოყენებული იყო ორი დიკარბონმჟავა – ადაპინის (y=4) და სებაცინის (y=8) ერთი დიოლი – 1,6-ჰექსანდიოლი.



ამინომჟავების შემცველი ფრაგმენტების
მოლარული განაწილება თანაპოლიესტერამიდებში

№	y	k	l	m
1	4	1,00	0,00	0,00
2	4	0,75	0,25	0,00
3	4	0,50	0,50	0,00
4	4	0,50	0,25	0,25
5	8	1,00	0,00	0,00
6	8	0,75	0,25	0,00
7	8	0,50	0,50	0,00
8	8	0,50	0,25	0,25

მიკრომოლეკულების ძირითად ჯაჭვებში Lys(Bz) შეყვანა იწვევს ლეიცილის საფუძველზე მიღებული პოლიესტერამიდების ფერმენტებით კატალიზირებული ბიოდეგრადაციის მხოლოდ რაოდენობრივ (და არა თვისებრივ) ცვლილებებს – Lys(Bz) ფერმენტების მოლური წილის ზრდით პოლიმერის ბიოდეგრადაციის სიჩქარე იკლებს, რაც დაკავშირებულია ჯაჭვებში ესტერული ბმების კონცენტრაციის შემცირებასთან. დადგენილია, რომ ფენილალანინის ჩართვა თანაპოლიესტერამიდებში მათ ანიჭებს ზედაპირზე ფერმენტის იმობილიზაციის უნარს.

ახალი ჰეტეროციკლური პოლიფუნქციური საღებრები სინთეზური და ბუნებრივი ბოჭკოებისათვის

(მკვლევართა ჯგუფი: ე. ელიზბარაშვილი, ი. ლაგვილავა, კ. მღვიანი,
ჟ. ურჩუხიშვილი, ი. იარდალაშვილი, ქიმიური და ბიოლოგიური
ტექნოლოგიების დეპარტამენტი)

შესწავლილია ამინოანთრაპირიდონისა და იზომერული ანთრადიპირიდონების ალკილ/არილ და არილაზონაწარმების სხვადასხვა ტიპის სინთეზური (აცეტატი-100, ვისკოზა ტექსი 8,4) და ბუნებრივი (შალი) ბოჭკოს ლებვითი თვისებები, ბოჭკოს ზედაპირზე თანაბარი განაწილებისა და სამღებრო აბაზანიდან ამოკრებისუნარიანობა, შეღებილი ნიმუშების მდგრადობა სველი დამუშავებისა (ტუტე, მჟავა, ოფლი, საპონი, ორგანული გამსხნელები) და შუქმდევობის მიმართ. დადგენილია, რომ აღწერილი პირიდონული საღებრები აკმაყოფილებს სტანდარტით გათვალისწინებულ მოთხოვნებს და მათი გამოყენება შესაძლებელია სინთეზური ჰიდროფობური (აცეტატი-100, ვისკოზა ტექსი 8,4) და ბუნებრივი ჰიდროფილური (შალი) ბოჭკოების ლებვისათვის. შეღებილი ბოჭკოები არც მშრალ და არც სველ მდგომარეობაში აღარ ლუმინესცენცირებენ, რაც მიუთითებს ბოჭკოს მაკრომოლეკულებთან საღებრების მოლეკულების ისეთ მჭიდრო

ურთიერთობაზე, რომ ხდება ადგენილი საღებრის მოლეკულიდან აქტივაციის ენერჯის გადატანა ბოჭკოზე.

ქიმიური ტექნოლოჯის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი პროდუქტი არის სინთეზური საღებარი, რომელიც აქტიურად გამოიყენება როგორც საფეიქრო, ისე სხვა მასალების, მათ შორის პოლიმერების კვების პროდუქტების, კოსმეტიკური საშუალებების, საკანცელარიო და ჭავლური პრინტერების მელნების ტოპოგრაფიული და ლაზერული მასალების, ფარმაცევტული პრეპარატების შესაღებად. საღებარს ასევე იყენებენ შუალედურ პროდუქტებად ორგანულ სინთეზში, ბიოლოჯურ და სამედიცინო დიაგნოსტიკაში სხვადასხვა ტიპის ანალიზში, კომპიუტერულ ტექნოლოჯიაში ოპტიკური დამამახსოვრებელი მოწყობილობების დასამზადებლად, ლაზერებში, ენერჯის ალტერნატიული წყაროების ტექნოლოჯიასა და სხვა სინთეზურ საღებავებს შორის დომინანტის როლს კვლავ ინარჩუნებს აზონაერთი; ესაა კარგი ტექნიკური თვისებების მქონე საღებარი, პიგმენტი ან მოწინავე მასალა. მაგრამ ზოგიერთი მათგანი ცოცხალ ორგანიზმში მოხვედრისას მეტაბოლიზმის შედეგად ანაერობული დეგრადაციის გზით შეიძლება დაიშალოს გენოტოქსიკურ და კანცეროგენულ ამინებად. ამიტომ ისეთი აზოსაღებრების გამოყენება, რომელიც დეგრადაციის შედეგად იძლევიან კანცეროგენურ ან მუტაგენურ ნაერთებს, ევროპის მრავალ ქვეყანაში კატეგორიულად აიკრძალა, აქედან გამომდინარე, სინთეზური საღებრების დარგში მომუშავე მკვლევარების დღის წესრიგში დადგა ისეთი ალტერნატიული სინთეზური საღებრების სტრუქტურების შემუშავება, რომელნიც იქნება შეღარებით ეკოლოჯურად სუფთა ნაერთები. ამ მხრივ დღეისათვის საკმაოდ აქტუალურია ჰეტეროციკლური ნაერთების ბაზაზე მიღებული სინთეზური საღებრები. ვინაიდან, როგორც ცნობილია, მრავალი ჰეტეროციკლური ნაერთი განეკუთვნება ბიოლოჯურად თუ ფიზიოლოჯურად აქტიურ ნაერთთა რიგს.

სინთეზური საღებრებიდან ანთრაქინონის ან მისი წარმოებულების საფუძველზე მიღებული ნაერთები მნიშვნელოვანია იმდენად, რამდენადაც ისინი ბუნებრივი ანალოგები არიან (ბუნებრივი ორგანული პიგმენტების უმეტესობა ანთრაქინონური ნაერთებია). მაგრამ სინთეზური საღებრების ბაზარზე დღეისათვის

არსებული ანთრაქინონური საღებრების უმეტესობა განკუთვნილია მხოლოდ კუბური ღებვისათვის. ღებვის აღნიშნული ტიპი შედარებით რთული და შესაბამისად ძვირი მეთოდია ღებვის სხვა მეთოდებთან (მაგ. დისპერსიული) შედარებით. გარდა ამისა, კუბური ღებვის მეთოდი დღეისათვის სამომხმარებლო ბაზარზე არსებული მრავალი ბოჭკოს (მაგ., პოლიეთერული, პოლიაცეტა-ტური და სხვ.) შეღებვის საშუალებას არ იძლევა. ამდენად, მნიშვნელოვანია ისეთი ანთრაქინონური ან ჰეტეროციკლური ნაერთების საფუძველზე მიღებული საღებრების სინთეზი, რომლებიც განკუთვნილი იქნებიან აღნიშნული ტიპის ბოჭკოებისათვის.

ორგანული ქიმიის №33 მიმართულებას (ხელმძღვანელი პროფ. ნ. ღონდაძე) აქვს მჭიდრო კავშირი რუსეთის ქიმიური ტექნოლოგიის უნივერსიტეტთან, რუსეთის მეცნიერებათა აკადემიის საღებრებისა და ნახევარპროდუქტების ინსტიტუტებთან, აზერბაიჯანის ნავთობის აკადემიასთან, პარტუმი-ცის ორგანული სინთეზის კვლევით ინსტიტუტთან (ჩეხეთი).

ნატახტარის სანიტარული ზონის და მუხრანის ველის ნიადაგებში ტოქსიკური ლითონების განაწილების კანონზომიერებები

(მკვლევართა ჯგუფი: უ. ზვიადაძე, მ. მარდაშოვა, ნ. ქიტიაშვილი,
ნ. პაპიაშვილი. სტუ. გეოლოგიის დეპარტამენტი)

სტატიაში ყურადღება გამახვილებულია ისეთ ლითონებზე, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება საწარმოო საქმიანობაში, გამოირჩევა გარემოში აკუმულაციის უნარით და სერიოზულ საფრთხეს წარმოადგენს ბიოლოგიური აქტიურობისა და ტოქსიკურობის გამო. უნდა აღინიშნოს, რომ შემდგომ აღწერილობაში ტოქსიკური ლითონების ცნებასთან ერთად ხშირად არის გამოყენებული ტერმინი „მიკროელემენტი“. ეს ტერმინი მიღებულია იმასთან დაკავშირებით, რომ ბუნებრივ სასიცოცხლო ეკოსისტემებში (ატმოსფერული ჰაერი, მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლები,

ნიადაგები და სხვ.) მათი შემცველობა ძალზე მცირეა ($10^{-2} \div 10^{-5}\%$).

მიაუხედავად ამისა, რომ სხვადასხვა ორგანულ თუ არაორგანულ სისტემებში მიკროელემენტების შემცველობა უმნიშვნელოა, ისინი მაინც უდიდეს როლს ასრულებენ სასიცოცხლო პროცესებში, რაც გამოდინარეობს მათი ბიოლოგიური აქტიურობიდან. მაგალითად, საყოველთაოდ ცნობილია ფთორის ზეგავლენა კბილების კარიესზე, კობალტის ზეგავლენა სისხლნაკლებობაზე, იოდის ზეგავლენა ენდემური ჩიყვის განვითარებაზე. ცნობილია აგრეთვე სპილენძის, თუთიის, მანგანუმის, რკინის, მოლიბდენის, დარიშხანის და სხვა მიკროელემენტების განსაკუთრებული ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა ზოგადად ცოცხალი ორგანიზმების და, კერძოდ, ადამიანის ორგანიზმის ცხოველმოქმედებისათვის. ადამიანები, რომლებიც სისტემატურად მოიხმარენ მძიმე ლითონებით გამდიდრებულ საკვებ პროდუქტებს – რძეს, ხორცს, ბოსტნეულს, ხილს და ა.შ., მიეკუთვნებიან ე.წ. „რისკის ჯგუფს“, რადავანაც რეალურია საფრთხე მათი „მიკროელემენტოზით“ დაავადებისა. ლითონების როგორც არასაკმარისი, ისე ჭარბი შემცველობა შეიძლება სხვადასხვა მძიმე დაავადებათა მიზეზი გახდეს.

ლითონების შემცველობის ფორმებიდან ნიადაგში აღსანიშნავია წყალხსნადი, იონცვლადი და აღსორბირებული ფორმები. ამასთან, ნიადაგში ლითონების დაგროვება სწრაფად ხდება, ხოლო მათ გამოტანას ასეულობით წლები სჭირდება. ასე, მაგალითად, თუთიის ნახევარგამოტანის პერიოდი 500 წელიწადს შეადგენს, კადმიუმისა – 1100 წელიწადს, ტყვიისა – რამდენიმე ათას წელს. ინტენსიური საავტომობილო ტრაფიკის მიმდებარე ზოლში, როგორცაა განსახილველი ობიექტები, ნიადაგში ლითონების დაგროვების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვი აირები, რომლებიც ტოქსიკურ ნივთიერებებს შეიცავს, აგრეთვე მინერალური სასუქები, რომლებსაც რეგულარულად (ხშირად არანორმირებულად) იყენებენ სავარგულების გასანაყოფიერებლად.

ნიადაგების ეკოლოგიური მდებარეობის შესაფასებლად დიდი მნიშვნელობა აქვს მასში არსებული ქიმიური კომპონენტების,

განსაკუთრებით ტოქსიკური ელემენტების მოძრავი ფორმების შესწავლას, რამდენადაც ნიადაგის შედგენილობის სწორედ ეს მოძრავი მობილური ნაწილი ახდენს უშუალო ფიზიოლოგიურ ზეგავლენას მცენარეულობის ვეგეტაციის პირობებზე. ამ ფორმების ლაბორატორიული შესწავლის აპრობირებულ მეთოდს წარმოადგენს ნიადაგის ნიმუშებიდან გამონაწურების მომზადება და ანალიზი.

ნიადაგებიდან გამონაწურებში ლითონების განსაზღვრა შესრულდა, ატომურ-აბსორბციული და ალური ფოტომეტრიის მეთოდებით, C-302 მარკის სპექტროფოტომეტრზე, რომელიც უზრუნველყოფს განსაზღვრას როგორც აბსორბციის, ასევე ემისიის რეჟიმში.

ატომური სპექტროსკოპიის მეთოდს პრაქტიკულად შეუზღუდავი შესაძლებლობები აქვს მეცნიერებისა და ტექნიკის სხვადასხვა სფეროში: გეოქიმიაში, მედიცინაში, მრეწველობაში, სოფლის მეურნეობაში, ბიოქიმიაში და ა.შ. დღეისათვის ამ მეთოდს ეკუთვნის უდავო პრიორიტეტი ეკოლოგიურ კვლევებში.

სამედიცინო თვალსაზრისით – შესაძლო საერთო დაავადებების მაჩვენებლით – ნატახტარის უბნის ნიადაგები კლასიფიცირდება, როგორც ზომიერად სახიფათო, ხოლო მუხრანის ველის ნიადაგები სახიფათო კატეგორიას მიეკუთვნება, რომლისთვისაც დამახასიათებელია დაავადებების საერთო რაოდენობის ზრდა, რაც, უპირველეს ყოვლისა, ბავშვების ქრონიკული დაავადებების ზრდასა და გულ-სისხლძაღვთა სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის დარღვევაში ვლინდება.

სუფთა ნიკელისა და კობალტის მიღება შესაბამისი ოქსიდების კონვერსიით

(მკვლევართა ჯგუფი: რ. ამირანაშვილი, თ. პოპიაშვილი, ო. მიქაძე, ლ. რუხაძე. სტუ-მეტალურგიის დეპარტამენტი)

ორგანიზმი რომ ლითონებს შეიცავს დიდი ხანია ცნობილია, მაგრამ ცოცხალი ბუნებისათვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აღმოჩენილ იქნა სულ რამდენიმე ათეული წლის წინ. ლითონების

ჩამონათვალის ათეულში, რომელსაც „სიცოცხლის ლითონებს“ უწოდებენ ნიკელი და კობალტიც შედის. კობალტის ყველაზე მნიშვნელოვანი ნაერთია ვიტამინი B₁₂. მისი სინთეზი აღიარებულია ორგანული ქიმიის უმაღლეს მიღწევად ამ დარგის მთელი ისტორიის მანძილზე. მიიღო რა ვიტამინი B₁₂ კაცობრიობას გზა გაეხსნა ავთვისებიანი სისხლნაკლებობისაგან თავის დასაღწევად. B₁₂-ს ასევე იყენებენ ნერვიული სისტემის, ღვიძლის, ასთმისა და სხვა სნეულებათა მკურნალობის დროს. რაც შეეხება ნიკელს, ის ააქტიურებს ფერმენტული სისტემების მოქმედებას. ნიკელი ასაკთან ერთად პრაქტიკულად არ გროვდება ორგანიზმში, მხოლოდ ანემიის სხვადასხვა ფორმის დროს შეინიშნება ამ მიკროელემენტის უკმარისობა. ნიკელის შედარებით მაღალი შემცველობა აღმოჩენილია რიბონუკლეინის მჟავებში, რაც მეტყველებს მის მონაწილეობაზე რთულ ბიოლოგიურ პროცესებში.

როდესაც ფარმაკოლოგიურ კოორდინაციულ ნაერთებს მხოლოდ კლასიკური სინთეზის მეთოდით ღებულობდნენ, ნედლეულად გამოიყენებოდა არაორგანული მარილები და სუფთა ლითონები ამ საქმიანობას არ სჭირდებოდა. ბიოკოორდინაციული ქიმიის ბოლო წლების წარმატებებმა ლითონ-კომპლექსების სინთეზს უფრო მიზანმიმართული ხასიათი მისცა. დამუშავდა კოორდინაციული ნაერთების სინთეზის ახალი მიმართულება – პირდაპირი სინთეზი, რომელსაც ნედლეულად სუფთა ლითონი სჭირდება. შესაბამისად დღის წესრიგში დადგა სუფთა ლითონების მიღების ახალი ტექნოლოგიური პროცესების დამუშავების საკითხი.

მადნიებიდან ლითონების აღდგენის ცნობილი პირომეტალურ-გიული მეთოდები გათვალისწინებულია მსხვილი საწარმოო მასშტაბებისათვის და დაკავშირებულია მნიშვნელოვან ეკოლოგიურ და ენერგეტიკულ პრობლემებთან. როდესაც მაღალი მწარმოებლობა გადამწყვეტი ფაქტორი არ არის, აღნიშნული პრობლემები მარტივდება და ნაკლებად მწარმოებლური ტექნოლოგიები კონკურენტუნარიანი ხდება. ამასთან დაკავშირებით, აქტუალურია სუფთა ლითონების მიღება შესაბამისი ოქსიდების თერმული დისოციაციის გზით ულტრადიდიანი ჟანგვითი პოტენციალის მქონე არეებში. თუმცა ასეთი არეების შესაქმნელად გამოიყენება მეტად

ფაქიზი და ძვირად ღირებული მოწყობილობა ე.წ. ჟანგბადის ტუმბო.

აღსანიშნავია, რომ ჟანგბადი ტუმბოს ეფექტის მიღწევა შესაძლებელია ჩაკეტილი კონტურის (რეაქტორის) მოცულობაში გაცილებით მარტივი და მოსახერხებელი გზით, სახელობრ, ეთილის სპირტის წვის ქიმიური რეაქციის ინიცირებით ოქსიდების კონვერსია თუ ოპტიმალური ტექნოლოგიური პარამეტრებით წარმართა (ტემპერატურა, დრო, ჟანგბადის პარციალური წნევა), რეაქტორის საშუალო სივრცეში წარმოიქმნება ჟანგბადისაგან ულტრალრმად გაიშვიათებული ატმოსფერო, რომელიც ეთილის სპირტის დესტრუქციის გამო აღმდგენელ გარემოდ გადაიქცევა. ამ პროცესების თერმოდინამიკური მოდელირება ადასტურებს, რომ რეაქტორში შექმნილია პირობები ოქსიდების სუფთა ლითონებად ეფექტური კონვერსიისათვის.

ნიკელის და კობალტის ოქსიდების ეთილის სპირტით კონვერსიის დროს რეაქტორის მოცულობაში აღმდგენელი ატმოსფეროს წარმოშობა და მისი ულტრალრმა გაიშვიათება ჟანგბადისაგან ხდება ორი ფაქტორით, რომელიც მოქმედებს რა ერთი მიმართულებით კეთილმყოფელ გავლენას ახდენს როგორც კონვერსიის სისრულეზე, ასევე მის ხანგრძლივობაზე.

პროფ. მარლენ მჭედლიშვილის წიგნი (I, II ნაწილი) „სასამართლო ქიმიური ექსპერტიზის საფუძვლები“

სტუ-ს მეტალურგიული და ქიმიური ტექნოლოგიის ფაკულტეტის 37- მიმართულების პროფესორმა მარლენ მჭედლიშვილმა სტუ-ს ქიმიური და კვების პროდუქტების ექსპერტიზის სპეციალობის (რომელიც უკვე რამდენიმე წელია გახსნილია) სტუდენტებისათვის შექმნა სახელმძღვანელო „სასამართლო-ქიმიური ექსპერტიზის საფუძვლები“. უნივერსიტეტის მიერ დამტკიცებული სასწავლო გეგმის მიხედვით. აღნიშნული სპეციალობის

კურსდამთავრებული, ზოგადი ქიმიური და კვების პროდუქტების საკითხებთან ერთად, კარგად უნდა ერკვეოდეს ექსპერიმენტული სამუშაოების შესრულების ისეთ მნიშვნელოვან სფეროში, როგორცაა სასამართლო ქიმია, მით უმეტეს, რომ არ არსებობს ერთიანი უნიფიცირებული სისტემა ამ დარგის სპეციალისტების მიმართულების ხაზით. რამდენადაც აღნიშნულ დარგში მომუშავე ქიმიკოს-ექსპერტი კარგად უნდა ერკვეოდეს ორგანიზმში მოხვედრილი შხამიანი ნივთიერების განაწილების, მეტაბოლიზმისა და გამოვლენის საკითხებში, წიგნის მნიშვნელოვანი ნაწილი დათმობილი აქვს ტოქსიკოლოგიურ ქიმიას. სახელმძღვანელოზე წაყენებული მოთხოვნები აღნიშნული საკითხის ფართო სპექტრით გაშუქების საშუალებას არ იძლევა და ამიტომ ძირითადად ნაშრომში განხილულია ტოქსიკოლოგიურად მნიშვნელოვანი ნივთიერებები, რომელიც უფრო მეტად გვხვდება ყოფა-ცხოვრებაში. ესენია: ლითონები და მათი არაორგანული და ორგანული ნაერთები, მცენარეთა დაცვის საშუალებები, ფარმაცევტული პრეპარატები, ნარკოტიკული ნივთიერებები, საწარმოების მიერ მოხმარებული და გამოშვებული ქიმიური ნივთიერებები.

სახელმძღვანელოში განხილულია ექსპერიმენტული სამუშაოების შესრულების ზოგადი პრინციპები. ბიოლოგიური მასალიდან შხამიანი ნივთიერების იზოლირება წყლის ორთქლით და მისი შემდგომი ანალიზი. წიგნში გაშუქებულია – ამა თუ იმ ნივთიერების შემცველობაზე ბიომასის გამოკვლევის ტრადიციული და თანამედროვე მეთოდები. ტრადიციული მეთოდებიდან ყურადღება გამახვილებულია იმ მეთოდებზე, რომლებიც თავიანთი უნივერსალურობის გამო დღესაც ფართოდ არის გამოყენებული სასამართლო-ქიმიური ექსპერტიზის წარმოების პრაქტიკაში.

ტ.მ.დ. პროფ. ნანა და ლია ბოკუჩავას მეცნიერული კვლევის ძირითადი მიმართულებანი

ტ.მ.დ. პროფ. ნ. ბოკუჩავას მეცნიერული კვლევის ძირითადი მიმართულებაა ჰელოიდების, ბეტონიტური თიხების, მცენარეული სამყაროსა და ცხოველური წარმოშობის ნივთიერებების შესწავლა მათი სამკურნალო-პროფილაქტიკური და სხვადასხვა სამეურნეო დანიშნულებით გამოყენების მიზნით. მან პირველმა მოჰკიდა ხელი სამკურნალო ტალახების შესწავლის ახალ საკითხს, დაამუშავა და აითვისა სპეციალური ანალიზური მეთოდები და ხერხები, რომელთა გამოყენებით განისაზღვრა პელოიდების შედგენილობა და დადგინდა ორგანული ნაერთების ბუნება: ნ. ბოკუჩავამ თავის ძირითად სამეცნიერო მიმართულებების პარალელურად გააგრძელა თავისი სახელოვანი დის სტუ-ს ანალიზური ქიმიის პროფესორის ლია ბოკუჩავას ღრმად მეცნიერული კვლევები. ქ-ნი ლია იყო სტუ-ს სამეცნიერო სასწავლო საწარმოო ცენტრის „ტრადიციული ტექნოლოგიების“ ხელმძღვანელი, საქართველოს საინჟინრო და ეკოლოგიის აკადემიების, საერთაშორისო ეკოლოგიის აკადემიის ნამდვილი წევრი. მისი სამეცნიერო საქმიანობის მიმართულება იყო ანალიზური ქიმია, ჰიდროგეოქიმია, ჰიდროქიმია, გარემოს დაცვა, ფიტოფარმაკოპარატების, მცენარეული რძისა და მისი პროდუქტების ტექნოლოგია, მისი თაოსნობით საქართველოში პირველად შეიქმნა ახალი სპეციალობა „პარფიუმერულ-კოსმეტიკური ნაწარმის ტექნოლოგია. ამ საკითხებზე მან შექმნა მრავალი სამეცნიერო შრომა, მონოგრაფია და სახელმძღვანელო.

ტ.მ.დ. პროფ. ჯუმბერ იოსებიძის მეცნიერული კვლევის შედეგები

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „საავტომობილო ტრანსპორტის“ კათედრის გამგე, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, საქართველოს და საერთაშორისო საინჟინრო აკადემიების და საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადე-

მის ნამდვილი წევრი ჯუმბერ სოლომონის ძე იოსებიძე, დაიბადა ქ. გორში 1938 წლის 19 იანვარს, მოსამსახურის ოჯახში.

1956 წელს დაამთავრა ქ. გორის 1-ლი საშუალო სკოლა წარჩინებით, ხოლო 1961 წელს წარჩინებით – საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი სპეციალობით „ავტომობილები და ტრაქტორები“ (სპეციალიზაციით „შიგაწვის ძრავები“).

1961 წელს სამუშაოდ დატოვეს „ავტომობილების, ტრაქტორებისა და ავტოსატრაქტორო ძრავების“ კათედრაზე.

1963 წლიდან 1966 წლამდე სწავლობდა ასპირანტურაში იმავე კათედრაზე.

1968 და 1989 წლებში დაიცვა დისერტაციები, შესაბამისად, ტექნიკის მეცნიერების კანდიდატისა და დოქტორის სამეცნიერო ხარისხის მოსაპოვებლად „ნავთობის ქიმიის“ სპეციალობით.

1972 წელს მიენიჭა დოცენტის, ხოლო 1990 წელს პროფესორის წოდება.

1977 წლიდან მუშაობდა „შიგაწვის ძრავების“ კათედრის გამგედ, 1984 წლიდან 1998 წლამდე „ავტომობილების, შიგაწვის ძრავებისა და საწვავ-საცხები მასალების“ კათედრის, ხოლო დღემდე – „საავტომობილო ტრანსპორტის“ მიმართულების ხელმძღვანელია.

მისი ინიციატივით ყოფილ სსრკ-ში პირველად შეიქმნა ორი ახალი სპეციალიზაცია – „ავტოტრანსპორტზე საწვავ-საპოხი მასალების რაციონალური გამოყენება“ და „ავტომობილების ეკოლოგიური უსაფრთხოება“.

ჯ. იოსებიძე მაღალ მეცნიერულ და მეთოდურ დონეზე კითხულობს ლექციებს აღნიშნულ სპეციალობათა მაპროფილებელ დისციპლინებში, ხელმძღვანელობს სადიპლომო გეგმარებას და სტუდენტთა კვლევით მუშაობას.

მის მიერ ტრიბოლოგიის ისტორიაში პირველად იქნა დადგენილი აღმოჩენის დონის ახალი მოვლენა, რაც იმაში მდგომარეობს, რომ მაღალდისპერსიული ამორფული ნახშირბადის შემცველი მინერალური და სინთეზური ზეთების არეში ლითონის ზედაპირზე ხახუნის პროცესში წარმოიქმნება ზღვრული აფსკი, რომელიც შეიცავს ამორფული ნახშირბადის, გრაფიტისა და ჰექსაგონალური (ლონდსდელიტი) და კუბური ტიპის ალმასების

დისიპატიურად მოწესრიგებულ ფაზებს. ამასთან ალმასის ტრიბოსინთეზი განპირობებულია მაღალდისპერსიული ნახშირბადის უწონასწორო ამორფული მდგომარეობით. ეს მოვლენა ხარისხობრივად ახალი საზეთი მასალების, მოხაზუნე ზედაპირების ფორმირების ახალი ხერხებისა და ალმასების სინთეზის ახალი ტექნოლოგიების შექმნის საშუალებას იძლევა.

აკადემიკოს ლ. მელიქაძისა და ჯ. იოსებიძის ხელმძღვანელობით დამუშავდა ახალი თაობის საავტომობილო სატრანსმისიო ზეთი, რომელიც სასაქონლო ზეთებთან შედარებით უზრუნველყოფს სატვირთო ავტომობილების საწვავის ხარჯის $2 \div 10\%$ -ით შემცირებას 50-დან მინუს 36°C -მდე ტემპერატურათა დიაპაზონში; ტრანსმისიის აგრეგატების ცვეთის 30% -ით შემცირებას და ზეთის გამოცვლის ვადების $1,5 \div 2$ -ჯერ გაზრდას და სხვა.

დიდი პრაქტიკული ღირებულება აქვს აგრეთვე ჯ. იოსებიძის მიერ გამოვლენილი ამორფული მაღალდისპერსიული ნახშირბადის მნიშვნელოვან დადებით გავლენას მისამუშაველი ზეთების, ანტიფრიქციული თვითშემზეთი მყარი მასალების, საზეთ-გამაგრილებელი ტექნოლოგიური საშუალებების საქსპლუატაციო თვისებებისა და სინთეზური ალმასების გამოსავალზე, რაც დადასტურებულია მრავალი საავტორო მოწმობით გამოგონებებზე.

გაჭუჭყიანებისაგან გარემოს დასაცავად ჩატარებული სათანადო გამოკვლევების საფუძველზე ჯ. იოსებიძის მიერ შემოთავაზებული იქნა ნამუშევარი ზეთებისა და აცეტილენის ბუნებრივი აირისაგან წარმოების ნახშირბადოვანი ნარჩენის გამოყენებით მაღალხარისხოვანი საწვავდამზოვი სატრანსმისიო ზეთების დამზადების იდეა, რომლის პრაქტიკული რეალიზება ახლო მოამავალშია დაგეგმილი.

ჯ. იოსებიძე საზოგადოებრივ საწყისებზე იყო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დიდი საბჭოს, საკონკურსო კომისიის, სატრანსპორტო ფაკულტეტის სამეცნიერო საბჭოს და რესპუბლიკის საზოგადოებრივი აზრის ინსტიტუტის წევრი, სატრანსპორტო ფაკულტეტის დეკანის მოადგილე და სადისერტაციო საბჭოს თავმჯდომარე.

არის 150-ზე მეტი სამეცნიერო ნაშრომის (მათ შორის 17 საავტორო მოწმობის, ოთხი სახელმძღვანელოს, ორი მეთოდური

სახელმძღვანელოს და 6 მონოგრაფიის) ავტორი. ნაშრომების ნაწილი გამოქვეყნებულია უცხოეთის (აშშ, ჩეხოსლავაკია, პოლონეთი, რუსეთი და სხვ.) ავტორიტეტულ ჟურნალებში.

მისი ხელმძღვანელობით დაცული იქნა 4 საკანდიდატო და 7 სადოქტორო დისერტაცია, ამჟამად კი მზადდება 2 სადოქტორო დისერტაცია.

1979 წელს მისი მუშაობის შედეგები ახალი ტიპის საავტომობილო სატრანსმისიო ზეთების შექმნასთან დაკავშირებით აღნიშნულ იქნა სსრკ-ს მეცნიერებათა აკადემიის ანგარიშში „საბუნებისმეტყველო და ზოგად მეცნიერებათა უმთავრესი მიღწევები“.

1987 წელს მიენიჭა სსრკ-ს სახალხო მეურნეობის მიღწევათა გამოფენის ოქროს მედალი ახალი ტიპის ეფექტური საავტომობილო სატრანსმისიო ზეთის შექმნისათვის.

დაჯილდოებულია „ღირსების“ მედლითა და ორდენით.

2004 წელს პროფ. ჯ. იოსებიძეს მიენიჭა საქართველოს სახელმწიფო პრემია მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგში მონოგრაფიისათვის „ავტომობილების ხანგამძლეობის, ეკონომიურობისა და ეკოლოგიურობის ამაღლება ახალი თაობის ზეთების დამუშავებითა და გამოყენებით“.

ამ მონოგრაფიის უდიდეს მნიშვნელობაზე და ღირსებაზე მეტყველებს გაზეთ საქართველოს რესპუბლიკაში გამოქვეყნებული სტატია „აღმოჩენის დონის მეცნიერული ნაშრომი (ავტორები ტექნ. მეცნ. დოქტორები ოთარ მშვილდაძე და თამაზ ნატრიაშვილი), რომელშიც ვკითხულობთ:

თანამედროვე საავტომობილო ძრავისა და სატრანსმისიო ზეთები უაღრესად მძიმე პირობებში მუშაობს. შესაბამისად, ავტომობილების ხანგამძლეობის, ეკონომიურობისა და ეკოლოგიურობის ამაღლების მიზნით, ნაშრომში ზეთები პირველადაა წარმოდგენილი ავტომობილის აგრეგატებისადმი ადაპტირებული მათემატიკური მოდელების სახით, რაც მათი, როგორც ავტომობილის კონსტრუქციული ელემენტების, გაანგარიშების საშუალებას იძლევა. ზეთების ასეთი ადაპტირებისათვის საჭიროა მისი კომპონენტების სამუშაო პირობების შესაბამისად

რეგულირების შესაძლებლობის უზრუნველყოფა, რასაც ავტორები აღწევენ, ახალი თაობის ხასუნის მოდიფიკატორების გამოყენებით.

ამ მიზნით გამოყენებულია ავტორების მიერ წარმოების არაუტილიზირებადი ნარჩენის ფუძეზე დამუშავებული ახალი ტიპის დანამატი – ამორფული მაღალდისპერსიული ნახშირბადი (ამდნ) და უცხოეთში (რუსეთი, აშშ, იაპონია) დამზადებული ზეთში ხსნადი მოლიბდენის ნაერთი.

რასტრული ელექტრონული მიკროსკოპის, ელექტრონო-გრაფიის და ზონდური ოქე-სპექტროსკოპის მეთოდების გამოყენებით დადგინდა, რომ ჩვეულებრივ სასაქონლო ზეთებთან შედარებით ამდნ-ის შემცველი ზეთები უზრუნველყოფენ საკისრებისა და კბილანების მუშა ზედაპირების სიმჭისის რამდენჯერმე შემცირებას და მათზე 1 მკმ-დე სისქის აფსკის წარმოქმნას, რომელიც შეიცავს ამორფული ნახშირბადის, გრაფიტის, ლონდელიტისა და კუბური ალმასის ფაზებს.

უნდა აღინიშნოს, რომ ალმასის ფაზის შემცველი მეორადი ზედაპირული სტრუქტურის ხასუნის პროცესში წარმოქმნის, ანუ მისი ტრიბოსინთეზის ახალი მოვლენა ავტორების მიერ ტრიბოლოგიის ისტორიაში პირველად დადგენილი და განხორციელებული.

ამასთან, სათანადო მათემატიკური მოდელების დამუშავების გზით ნაჩვენებია, რომ კავიტაციის შედეგად განვითარებული მაღალი ლოკალური წნევები, რაც ჩვეულებრივი ზეთების გარემოში იწვევს მოხახუნე ზედაპირების ეროზიულ ცვეთას, ამდნ-იანი ზეთების შემთხვევაში განაპირობებს ამდნ-ის ალმასის და გრაფიტის კრისტალებად გარდაქმნას, რაც უზრუნველყოფს მაღალი ანტიფრიქციული და ცვეთასაწინალო თვისებების მატარებელი მეორადი ზედაპირული სტრუქტურების შექმნას.

ღრმა თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევების შედეგების გათვალისწინებით დამუშავდა ხარისხობრივად ახალი უნივერსალური ენერჯიადამზოგი (საწვავდამზოგი) საავტომობილო სატრანსმისიო ზეთი ამდნ-ის ტიპის დანამატის ფუძეზე და ახალი საავტომობილო ერთიანი სამოტორო-სატრანსმისო ზეთი მოლიბდენის ზეთში ხსნადი ნაერთების ტიპის მისაერთის ფუძეზე

პირველის პირობითი დასახელებაა „კოლხეთი“, ხოლო მეორისა „M-12r(r)“.

ნაშრომში წარმოდგენილი მეცნიერული მიღწევების მაღალ კონკურენტუნარიანობაზე მიუთითებს თუნდაც გაზეთ „კომსომოლსკაია პრავდაში“ (19.10.96) გამოქვეყნებული მასალა „სამსუნგის“ ფირმის მიერ ამორფული ნახშირბადის ვიდეომაგნიტაფონის ერთ-ერთი ნაწილის ზედაპირზე ალმასის პრაქტიკულად უცვლელი შრის მიღების შესახებ, რამდენადაც ამორფული ნახშირბადიდან ალმასის ტრიბოსინთეზის ახალი მოვლენა ავტორთა მიერ მრავალი წლით ადრე მსოფლიოში პირველად საქართველოში დადგინდა.

ამჟამად პროფ. ვ. იოსებძის ხელმძღვანელობით მიმდინარეობს ბაზის მომზადება საქართველოში ახალი თაობის მაღალეფექტური საავტოტრაქტორო ზეთების წარმოების ორგანიზებისათვის.

სამეცნიერო კვლევები ხიდებისა და გვირაბების №64 მიმართულებაზე ტ.მ.დ. პროფ. თამაზ ჭურაძის ხელმძღვანელობით

ხიდებისა და გვირაბების №64 მიმართულების ხელმძღვანელი ტ.მ.დ. პროფ. თ. ჭურაძის სამეცნიერო-კვლევის (მკვლევართა ჯგუფთან ერთად) შედეგები ფართოდაა დანერგილი სატრანსპორტო სფეროში, განსაკუთრებით გვირაბმშენებლობაში).

გვირაბები – კაპიტალური ნაგებობებია, რომლებიც გათვლილია ხანგრძლივ ექსპლოატაციაზე (100-150 წელზე მეტი). ამ ხნის განმავლობაში ისინი უნდა აკმაყოფილებდნენ საექსპლუატაციო საიმედოობის მოთხოვნებს, ანუ შესწევდეთ უნარი შეასრულონ განსაზღვრული ფუნქციები ისე, რომ შეინარჩუნონ თავისი საექსპლუატაციო მანძიათებლები დადგენილ ფარგლებში მუშაობის მოცემულ რეჟიმებში და ნაგებობების გამოყენების განსაზღვრულ პირობებში, ამასთან უზრუნველყოფილი უნდა იყოს მთლიანი ნაგებობის და მისი ცალკეული კონსტრუქციების

უსაფრთხოება, დაცულობა, ტექნიკური მომსახურების შესაძლებლობა და რემონტვარგისიანობა.

სატრანსპორტო გვირაბების ძირითადი მზიდი კონსტრუქცია – სამაგრი – განიცდის გარემოს ზემოქმედებას ორი მხრიდან: გარედან, გრუნტის მხრიდან, და შიგნიდან, გვირაბის ექსპლუატაციაში მყოფი ნაწილის მხრიდან.

სამაგრის მიერ ათვისებული ყველა ძალა და ზემოქმედება შეიძლება დაიყოს ორ ჯგუფად: – დატვირთვები და ძალები, რომელთა მოქმედების შედეგად შეიძლება წარმოიშვას სამაგრის მექანიკური, სიმტკიცითი რღვევა;

– ზემოქმედებები, რომელთა შედეგად შეიძლება განვითარდეს სამაგრის მასალის ქიმიური, ბიოლოგიური, ელექტროქიმიური და სხვა სახის კოროზიული დაზიანება და რღვევა.

გვირაბების სამაგრების დაპროექტებისას ძირითადად ითვალისწინებენ ფაქტორების პირველ ჯგუფს, ხოლო მეორე ჯგუფის ფაქტორები ხშირად ყურადღების მიღმა რჩება და მხედველობაში მიიღება მხოლოდ მაშინ, როდესაც ჰიდროგეოლოგიური პროგნოზი ან ექსპლოატაციის პირობები უდავოდ აუცილებელს ხდის მათ გათვალისწინებას სამაგრის დასაცავად კოროზიისაგან ქანის მხრიდან ან გვირაბის შიდა გარემოდან, რაც ნაგებობაზე ტექნოგენური ზემოქმედების ნაირსახეობას წარმოადგენს. ეს უკანასკნელი ბოლო დროს სულ უფრო შესამჩნევია და მნიშვნელოვან საფრთხეს წარმოადგენს.

გვირაბების მშენებლობისა და ექსპლოატაციის სამამულო და საზღვარგარეთულ პრაქტიკაში მრავლად არის გარემოს აგრესიული ზემოქმედების შედეგად კონსტრუქციების რღვევის მაგალითები:

– ქიმიური აგრესია გრუნტებისა და მიწისქვეშა წყლებისაგან (თბილისის, ბაქოს, მინსკისა და დნეპროპეტროვსკის მეტროპოლიტენი), აგრეთვე ქიმიური ატმოსფერული აგრესია (თბილისისა და სანკტ-პეტერბურგის მეტროპოლიტენი);

– ატმოსფერული აგრესია (მოსკოვის მეტროპოლიტენის ლუბლინოს ხაზი, სანკტ-პეტერბურგის, თბილისისა და ბაქოს მეტროპოლიტენი);

– ბიოლოგიური აგრესია (მოსკოვის მეტროპოლიტენის ლუბლინოს ხაზი, ტაშკენტისა და მინსკის მეტროპოლიტენი);

– აიროვანი აგრესია ნავთობპროდუქტების სამრეწველო ჩანადენების ქიმიური ზემოქმედებისაგან (მოსკოვის მეტროპოლიტენის ლიუბლინოს ხაზი, ტაშკენტის მეტროპოლიტენი);

– მძიმე ლითონების აგრესია (ტაშკენტისა და დნეპროპეტროვსკის მეტროპოლიტენი).

მსხვილ ქალაქ-მეგაპოლისებში, სადაც მიმდინარეობს ადრე ქალაქის ფარგლებს გარეთ მყოფი ტერიტორიების ათვისება, ყოფილი ნაგავსაყრელებისა და ნარჩენების სამარხების ზონაში.

საქართველოში ბეტონის მიწისქვეშა ნაგებობების პრობლემები შეისწავლება:

– საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ხიდებისა და გვირაბების კათედრაზე (პროფ. ა. დაუშვილი, პროფ. თ. ჩიტაშვილი, პროფ. გ. აბაშიძე, დოც. კ. ჭურაძე);

– საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამთო საქმის ინსტიტუტი (პროფ. ე. მინდელი, პროფ. თ. ჩიტაშვილი, პროფ. გ. აბაშიძე, პროფ. მ. ხითარიშვილი, პროფ. ე. გუჯეჯიანი).

დაწყებული 1965 წლიდან დიდი სამუშაო ჩატარებულია თბილისის მეტროპოლიტენის ბეტონის სამაგრების კოროზიისაგან დასაცავად.

გამოქვეყნებულია 100 სამეცნიერო შრომა, დაცულია ორი სადოქტორო და 15 საკანდიდატო დისერტაცია.

გოგირდწყალბადიანი მიწისქვეშა წყლების ზოგიერთი თავისებურება

(მკვლევართა ჯგუფი: კონსტანტინე ჭურაძე, ანერი ლეჟავა,
ნინო კვაჭაძე, ა. ყურაშვილი)

გვირაბების კონსტრუქციები ხშირ შემთხვევაში იმყოფება გოგირდწყალბადიანი მინერალიზებული წყლების გარემოცვაში, რომლებიც, როგორც გამოკვლევები გვიჩვენებს, უარყოფითად მოქმედებენ ბეტონის ხანმდეგობაზე. უნდა აღინიშნოს, რომ გოგირდწყალბადიან გარემოში მყოფი კონსტრუქციები ჯერ კიდევ

არასაკმაოდაა შესწავლილი. ამიტომ საჭიროა გაანალიზდეს გოგირდწყალბადის გავრცელება ბუნებაში.

გოგირდწყალბადი ბუნებაში გვხვდება როგორც აიროვანი სახით ატმოსფეროში, ასევე ჰიდროსფეროში წყალხსნარის სახით. გოგირდწყალბადის ბუნებრივი წყაროები ვულკანები, ნავთობისა და აირის ბუნებრივი გამოდინებები, აგრეთვე მინერალიზებული გოგირდწყალბადიანი წყაროები. ანტროპოგენურ წყაროებს განეკუთვნება მყარი და თხევადი ორგანული საწვავის გამოყენება, მადნისა და ფერადი ლითონების მეტალურგიული გადამუშავება, ქიმიური მრეწველობის საწარმოები, საკანალიზაციო ჩამდინარე წყლები და სხვა. გოგირდწყალბადი, წარმოადგენს რა ბიოსფეროსთვის მომწამლავ ნივთიერებას, განიხილება როგორც გარემოს დამაბინძურებელი. ატმოსფეროში H_2S შეცულობა უარყოფით გავლენას ახდენს სამრეწველო შენობებსა და ნაგებობებზე, ამიტომ ატმოსფეროს გოგირდწყალბადოვანი გაჭუჭყიანების პრობლემა დაკავშირებულია შენობა-ნაგებობების კოროზიული რღვევის პრობლემასთან. მაგალითად, მჟავე წვიმების შედეგად, რომლებიც ბოლო ათწლეულის განმავლობაში ინტენსიურად აწვიმს ევროპასა და ჩრდილო ამერიკას, მნიშვნელოვნად ზიანდება ძველებური არქიტექტურული ძეგლები. ეს იმით აიხსნება, რომ H_2S ატმოსფეროში არამდგრადია და, თავის მხრივ, გადადის გოგირდის დიოქსიდში და იჟანგება SO_3 -მდე. ეს უკანასკნელი, საბოლოოდ, ატმოსფერულ წყალთან შეერთებით, იძლევა გოგირდმჟავას. გოგირდწყალბადის დაჟანგვა გოგირდმჟავამდე განსაკუთრებული ინტენსივობით ხდება ქალაქების ატმოსფეროში და სამრეწველო საწარმოების რაიონში. პროცესის მსვლელობას ხელს უწყობს თიონური ბაქტერიებიც ანაერობულ პირობებში.

გოგირდწყალბადი მიწისქვეშა წყლებში გროვდება ქიმიური პროცესების შედეგად მაღალი ტემპერატურისა და წნევის პირობებში, აგრეთვე არასულფირებული ანაერობული ბაქტერიების ცხოველმყოფელობის პროცესში ნახშირწყლების მიერ სულფატების აღდგენის შედეგად. ბუნებრივ პირობებში გოგირდწყალბადის წარმოების განხილვისას თვლიან, რომ გოგირდწყალბადიანი წყლების წარმოშობის განმსაზღვრელ ფაქტორს წარმოადგენს

ბიოქიმიური პროცესი. დაბალმინერალიზებული თერმული წყლების შემთხვევაში კი მთავარ ფაქტორად გვევლინება პირიტის დაშლის პროცესი – მინერალისა, რომელიც ფართოდ არის გავრცელებული იურულ ქანებში და შუა ეოცენის ვულკანურ წარმონაქმნებში.

ბუნებრივ წყლებში გოგირდწყალბადი ძირითადად იმყოფება აირის H_2S , HS^- , S^{2-} , სახით და გარემოს pH მიხედვით შეიძლება ამ ფორმებს შორის თანაფარდობის დადგენა.

გოგირდწყალბადიანი წყლები, ჩვეულებრივ, არ ხასიათდება მჟავიანობით, გამონაკლისს შეადგენენ წყლები, რომლებიც ჟონავენ ჟანგვად სულფიდებში, რომლებშიც pH დაქვეითება 2-მდე განპირობებულია მათში H_2SO_4 გახსნით. წყლის გოგირდწყალბადით სრული გაჯერების შემთხვევაში, რასაც შეესაბამება კონცენტრაცია $C=0,13$ მოლი/ლ, H^+ კონცენტრაცია შეადგენს

$$[\text{H}^+] = \sqrt{KC} = \sqrt{10^{-7} \cdot 0,13} = 10^{-4},$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 4$$

ამგვარად, წყალში გოგირდწყალბადის მაქსიმალური შემცველობისას გარემოს pH ეცემა მხოლოდ 4-მდე, ბუნებრივ წყლებში კი გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია ჩვეულებრივ შეადგენს 10-15 მგ/ლ. გოგირდწყალბადიანი წყლები განეკუთვნება ნეიტრალურ და მცირედტუტოვან წყლებს, რომლებშიც pH იცვლება 6,5-დან 8,5-მდე, რაც გამოწვეულია მათში $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ არსებობით. ბუნებრივი წყლების, კერძოდ გოგირდწყალბადოვანი წყლების, მნიშვნელოვან მახასიათებელს წარმოადგენს ჟანგვა-აღდგენის პოტენციალი (ჟაპ). წყალხსნარების ჟაპ ძლიერ ზეგავლენას ახდენს მათ შემადგენლობაში შემავალი იონების სხვადასხვა ფორმების თანაფარდობაზე, აგრეთვე ბეტონის მიმართ აგრესიულობის დონეზე (ბარბაქაძე ე.ო., გრაჩოვი ო.მ.). ელემენტების გადასვლას დაჟანგვის ერთი დონიდან მეორეზე თან სდევს ელექტრონების შექმნა (აღდგენა) ან გაცემა (დაჟანგვა). იმდენად რამდენადაც თავისუფალ ელექტრონებს არ შეუძლიათ წყალხსნარში დაგროვება, ერთი ელემენტის დაჟანგვას თან სდევს მეორე ელემენტის აღდგენა.

ელემენტის დაჟანგული და აღდგენილი ფორმების შემცველი სისტემის ჟაპ გამისახება შემდეგი განტოლებით

$$E_h = E_0 = \frac{0,0581}{n} \lg \frac{O_x}{R_{ed}} \text{ როდესაც } t = 20^\circ \text{C}$$

სადაც E_h – გარემოს ჟანგვა-აღდგენის პოტენციალი;

E_0 – ჟანგვა-აღდგენის ნორმალური პოტენციალი, რომლის დროსაც დამჟანგავი და აღმდგენი ფორმების კონცენტრაცია თანაბარია;

O_x – შენაერთის აღდგენილი ფორმის კონცენტრაცია;

n – ელექტრონების რაოდენობა;

R_{ed} – შენაერთის დაჟანგული ფორმის კონცენტრაცია.

ა. ოზონიკოვი და სხვანი განასხვავებენ მიწისქვეშა წყლების დამჟანგავ და აღმდგენ გარემოს. დამჟანგავ გარემოში ჟაბ სიდიდე იცვლება თავისუფალი ჟანგბადის შემცველობის პირდაპირპროპორციულად და მკვეთრად დამჟანგავი გარემოს ქვედა საზღვრად ლებულობენ $E_h = +250$ მვ როდესაც $pH = 5,5-8,5$; წყალში თავისუფალი ჟანგბადის საშუალო შემცველობა შეადგენს 3,5 მგ/ლ. დამჟანგავი გარემოს წყლები ძირითადად ხასიათდებიან მაღალი მინერალიზაციით და მათი pH უმეტესწილად მერყეობს 6-8 ფარგლებში.

აღმდგენ გარემოში (ანაერობული პირობები) ჟანგბადის რაოდენობა კლებულობს სრულ გაქრობამდე და ისეთი აირების წარმოქმნამდე როგორცაა H_2S და CH_4 , ანუ გარემო ხდება ნაკლებად დამჟანგავი და, შესაბამისად, უფრო აღმდგენელი.

გოგირდწყალბადოვან წყლებში ჟანგვა-აღდგენის პროცესები განპირობებულია გოგირდწყალბადის არსებობით, რომელიც კარგი აღმდგენელია. დადგენილია, რომ ჟაბ მნიშვნელობა დამოკიდებულია გოგირდის დამჟანგავი და აღმდგენი ფორმების კონცენტრაციაზე და რომ კონცენტრაციის ზრდასთან ერთად მცირდება ჟაბ დადებითი მნიშვნელობა.

გამოკვლევების მიღებული შედეგების გამოყენება შესაძლებელია აგრესიული გარემოსაგან გვირაბის სამაგრის დაცვის ღონისძიებების დამუშავებისას.

ფოლადის კოროზიამდეგობა გამომწვარი თიხების დანამატებიანი ცემენტ-ქვიშის ღულაბის ფენის ქვეშ

(მკვლევართა ჯგუფი: კონსტანტინე ჭურაძე, ლალი ცქვიტინიძე-მარინე გრძელიშვილი)

არმატურის კოროზიამდეგობა გამოკვლეულია იმ ცემენტ-ქვიშის ღულაბის ფენის ქვეშ, რომელშიც დამატებულია ასკანგელი – ბენტონიტური თიხა, გუმბრინისა და ბანოჯის თიხის ბუნებრივი სუბსტრუქტები, რომლებიც მნიშვნელოვანი საბადოების სახითაა საქართველოში.

თიხების გამოწვის რეჟიმი შემდეგია: ქუროს ღუმელში გახურება 900⁰C-მდე, ამ ტემპერატურაზე 2 სთ დაყოვნება, გაცივება 200⁰C ღუმელში, შემდეგ კალციუმის ქლორიდთან ერთად ექსიკატორში.

თიხების pH მაჩვენებლები მოყვანილია ცხრილში (ცხრილი 1). როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, ასკანგელის და გუმბრინის pH მაჩვენებლები ახლოსაა სუსტ-ტუტოვნებთან. გამომწვარ ბანოჯის თიხას ეს მაჩვენებელი რამდენადმე მაღალი აქვს.

წყლის pH შეადგენს 7,90.

ცხრილი 1

თიხების წყალხსნარების pH მნიშვნელობები

თიხის მდგომარეობა	თიხის დასახელება		
	ასკანგელი	გუმბრინი	ბანოჯის თიხა
ჩვეულებრივი	8,96	8,6	8,15
გამომწვარი	8,45	8,62	10,45

არმატურის კოროზიულ სიმტკიცეზე დანამატთა გავლენის შესაფასებლად გამოიყენება გამოკვლევის ელექტროქიმიური მეთოდი. მასის მიხედვით 1:3 ფარდობით ცემენტ-ქვიშის ცილინდრული ნიმუშები B/II=0,6 მნიშვნელობისას მზადდებოდა დიამეტრით 25 მმ და სიმაღლით 70 მმ. ბეტონის ნიმუშის ღერძის გასწვრივ განლაგებული იყო ლითონის ღერო დიამეტრით 5 მმ და სიგრძით 90 მმ. ნიმუშების შემადგენლობაში შეჰქონდა თიხები

დაფქვილ მდგომარეობაში, ცემენტის მასის 10% რაოდენობით. შემკვრავად ხმარობდნენ კასპის პორტლანდცემენტს (კპც), კასპის პუცოლანურ პორტლანდცემენტს (კპპც), და რუსთავის წილა-პორტლანდცემენტს (რწპც).

ღეროების ელექტროდული პოტენციალების დროში ცვლილებას არეგისტრირებდნენ ნატრიუმის სულფატის 2% ხსნარში 300 დღე-ღამის განმავლობაში (იხ. ცხ. 2,3 და 4). როგორც ცხრილებიდან ჩანს, ყველა შემადგენლობის დაფარვის ფენის ქვეშ ფოლადის პოტენციალები იმყოფება უარყოფითი მნიშვნელობის უბანში.

ცხრილი 2

ფოლადის პოტენციალის დროში ცვლილება გამომწვარი თიხების დანამატთან კპც ფენის ქვეშ (-მვ)

დღე-ღამე	დამატების გარეშე	დამატებები		
		ასკან-გელი	გუმბ-რინი	ბანოჯის თიხა
3	120	210	160	150
6	115	205	210	140
10	135	220	270	170
15	145	200	330	250
20	150	220	350	280
30	175	250	360	280
40	185	270	370	320
50	160	320	360	320
100	160	295	370	340
150	345	380	360	320
180	325	460	355	340
200	360	425	380	320
250	400	420	350	320
300	400	390	300	310

ცხრილი 3

ფოლადის პოტენციალის დროში ცვლილება
გამომწვარი თიხების დანამატიან კაპც ფენის ქვეშ (-მე)

დღე-ღამე	დამატების გარეშე	დამატებები		
		ასკან- გელი	გუმბრინი	ბანოჯის თიხა
3	140	210	160	130
6	150	200	190	160
10	165	225	175	170
15	190	230	290	235
20	200	240	355	350
30	225	310	350	470
40	370	330	400	460
50	350	345	400	500
100	360	350	320	420
150	410	370	-	-
180	395	340	495	370
200	400	320	500	330
250	410	290	-	-
300	420	250	370	380

ცხრილი 4

ფოლადის პოტენციალის დროში ცვლილება
რწყც გამომწვარი თიხების დანამატებიანი ფენის ქვეშ (-მე)

დღე-ღამე	დამატების გარეშე	დამატებები		
		ასკან- გელი	გუმბ- რინი	ბანოჯის თიხა
3	220	330	370	350
6	240	330	390	360
10	295	340	430	360
15	320	330	430	400
20	330	370	440	380
30	390	350	470	400
40	420	345	480	420
50	410	385	490	390
100	470	365	440	360
150	500	410	470	420
180	550	450	460	440
200	530	450	490	460
250	550	480	500	430
300	550	530	500	450

პოტენციალების საწყის მნიშვნელობებად მიღებულ იქნა ის პოტენციალები, რომლებიც გაზომილი იყო ნიმუშების ელექტროლიტში ჩაშვებიდან 3 დღე-ღამის შემდეგ. ამ მონაცემების მიხედვით ფოლადი დანამატებიან კპც და კპპც შემადგენლობების ფენის ქვეშ კოროზიის მხრივ უფრო ხელსაყრელ მდგომარეობაშია, რადგან პოტენციალების დამყარებული მნიშვნელობები ნაკლებად უარყოფითია, ვიდრე წინაპორტლანდცემენტის დაფარვის ფენის ქვეშ. დამატებების შეტანამ წინაპორტლანდცემენტის შემადგენლობაში თითქმის არ შეცვალა ფოლადის კოროზიული მდგომარეობა.

ცემენტ-ქვიშის დუღაბის ფენის ქვეშ ფოლადის პოტენციალის დროში ცვლილების დამოკიდებულების დასადგენად, როცა გამოიყენება ცემენტის სხვადასხვა სახეობა გამოიწვარი თიხების დანამატებით, ექსპერიმენტების შედეგები დამუშავდა კორელაციურად. სტატისტიკური დამუშავების შედეგები მოყვანილია ცხრილში (ცხრილი 5).

ცხრილი 5

N	დღე-ღამე	Y	X	Yg	Y-Yg	Y ²
1	3	120	160	116.31	3.69	14400
2	6	115	210	150.15	-35.15	13225
3	10	135	270	190.77	-55.77	18225
4	15	145	330	231.38	-86.38	21025
5	20	150	350	244.92	-94.92	22500
6	30	175	360	251.69	-76.69	30625
7	40	185	370	258.45	-73.45	34225
8	50	160	360	251.69	-91.69	25600
9	100	160	370	258.45	-98.45	25600
10	150	345	360	251.69	93.31	119025
11	180	325	355	248.30	76.70	105625
12	200	360	380	265.22	94.78	129600
13	250	400	350	244.92	155.08	160000
14	300	400	300	211.07	188.93	160000
საშ.		226.79	323.21	226.79	97.66	250.67

კორელაციის კოეფიციენტი გამოითვლება ფორმულით:

$$r_{yx} = 0,40; A = 8,0040; B = 0,6769.$$

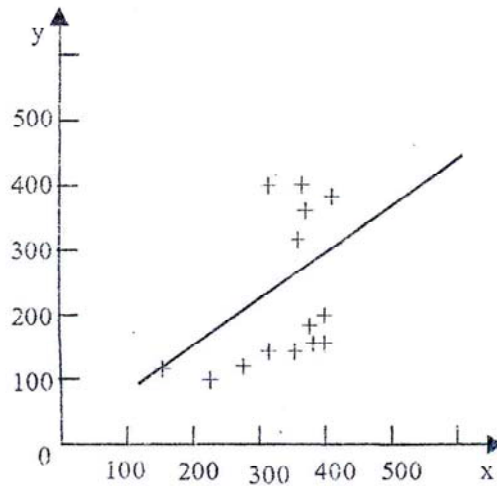
$$r_{yx} = \frac{\sum (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sqrt{\sum (y_i - \bar{y})^2} \sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2}} \quad (1)$$

სადაც $\bar{y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N y_i$ და $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$. რეგრესიის წირის განტოლება

$$y = A + Bx \quad (2)$$

სადაც $A = \bar{y} - B\bar{x}$,

ხოლო
$$B = \frac{\sum (y_i - \bar{y})(x_i - \bar{x})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (3)$$



ნახ. რეგრესიის წირი

ცხრილი 5 და ფორმულა (1) მონაცემების მიხედვით გამოთვლილია კორელაციის კოეფიციენტი და აგებულია რეგრესიის წირი (იხ. ნახ.), რომლის განტოლებაა $y = 8,0040 + 0,6769x$.

სატრანსპორტო გვირაბების წყალგაუმტარი მუდმივი სამაგრი

(მკვლევარი: კახაბერ კობახიძე)

სატრანსპორტო გვირაბების მშენებლობისას დიდი მნიშვნელობა აქვს სამაგრის აგების რაციონალური ხერხების დამუშავებას, ახალი მასალებისა და კონსტრუქციების ათვისებას, თანამედროვე მანქანა-მექანიზმებისა და მათი კომპლექსების დანერგვას. გვირაბმშენებლობაში დროებითი სამაგრის აგება შრომატევად პროცესთა რიცხვს განეკუთვნება. ამიტომ ამ შემთხვევაშიც საჭიროა თანამედროვე, რაციონალური ტექნოლოგიების გამოყენება, ახალი კონსტრუქციების და ტექნოლოგიური მასალების გამოყენება, რათა ამაღლდეს მშენებლობის ეფექტიურობა და შემცირდეს რესურსების ხარჯი.

როგორც მსოფლიო გვირაბმშენებლობის პრაქტიკა გვიჩვენებს, პერსპექტიულია სამაგრის კონსტრუქციაში ნაშხეფბეტონის გამოყენება. ჩვენს ქვეყანაში ნაშხეფბეტონით გამგრებული გამონამუშევრების სიგრძე უკვე რამდენიმე კილომეტრს შეადგენს. ამჟამად ნაშხეფბეტონი გამოიყენება არა მარტო დროებითი სამაგრის სახით, არამედ იგი კარგი მასალა აღმოჩნდა მუდმივი სამაგრის ასაგებადაც.

სადღეისოდ არსებობს სხვადასხვა მზა მშრალი ნარევები ნაშხეფბეტონის საშუაობების შესასრულებლად, მაგალითად ТФ-2 სერიისა როგორც „მშრალი“ (მარკა НБС) ასევე სველი (მარკა НБМ) წესით ნაშხეფბეტონის დასატანად. „სველი“ ნაშხეფბეტონებისათვის დამატებით დამუშავებულია შეკვრის დამაჩქარებელი, რომელიც უზრუნველყოფს შეკვრის დაწყებას დატანიდან წუთში. ხსენებული მშრალი ნარევებისაგან დამზადებული ბეტონი სრულად პასუხობს სამშენებლო ნორმების ВСН 126-90 მოთხოვნებს შეკვრის ვადებისა და სიმტკიცის მიხედვით.

მსრალი სამშენებლო ნარევები ТФ-2 სერიიდან (მარკები PC-1, PC-3, PC-4, PC1-III, PC-1-BT, ЧШ) საშუალებას იძლევა მივიღოთ ბეტონი, რომელიც გამოირჩევა ანალოგებისაგან შეჭიდვის დიდი სიჩქარით, უჯდენადობით, მაღალი სიმტკიცითა და ყინვაძვეგობით, აგრესიული გარემოსდმი მდგრადობით.

მზა მშრალი ნარევების გამოყენება სამშენებლო წარმოებაში მშენებლობის ხარისხის გარანტიაა. ჩვეულებრივ მშენებლობაზე ხსნარის ნარევეს ამზადებენ ისეთი ქვიშის გამოყენებით, რომელიც ფაქტობრივად არ პასუხობს რეგლამენტირებულ მოთხოვნებს მტვერისებრი და თიხოვანი ნაწილაკების შემცველობაზე, ორგანული და სხვა მავნე მინარევების არსებობაზე და ა.შ. ცემენტიც ხშირ შემთხვევაში არაკონდიციური, ხოლო დოზატორებად უფრო ნიჩაბი და ვერლო გამოიყენება. ამ პირობებში ბეტონის გარანტირებულ ხარისხზე ლაპარაკიც ზედმეტია. ამასთან ერთად, მზა მშრალი ნარევები სპეციალიზებული პროდუქტია – ყოველი მარკის ნარევი გამიზნულია გარკვეული სახის სამუშაოს შესასრულებლად და ამდენად იგი იძლევა გაცილებით უკეთეს შედეგს ვიდრე ჩვეულებრივი „ცემენტი+ქვიშა+წყალი“ შედგენილობის ნარევი, რადგან ამ ნარევებში გამოიყენება სპეციალური დანამატები, რომლებიც მიზანსწრაფულად აუმჯობესებენ პროდუქტის ტექნოლოგიურ თუ საექსპლუატაციო თვისებებს. ასე რომ, მზა მშრალი ნარევების გამოყენება ეს ნაბიჯია „კუსტარული“ წარმოებიდან თანამედროვე ტექნოლოგიისკენ და სათანადო ხარისხისკენ.

მეორე მნიშვნელოვანი ამოცანა, რომლის გადაწყვეტაც საჭიროა მიწისქვეშა ნაგებობის მშენებლობისა და ექსპლოატაციისას, ეს არის ნაგებობის საიმედო და ხანმდეგი ჰიდროიზოლაციის მოწყობა. მიწისქვეშა და ჰიდროტექნიკური ნაგებობების ასაგებად მეტად აქტუალურია სპეციალური წყალგაუმტარი ბეტონების გამოყენება, რომელსაც შეეძლებათ წყალგაჟონვისადმი წინააღმდეგობის გაწევა, თუნდაც მნიშვნელოვანი წნევის პირობებში. ТФ-2 სერიის მშრალი მზა ნარევები, რომლებიც მზადდება ხარისხიანი ცემენტის, ფრაქციონირებული ქვიშის, სპეციალური ქიმიური დანამატებისა და ნარევის მასაში თანაბრად განაწილებული პოლიმერული ან ლითონის ფიბრების

გამოყენებით, საშუალებას იძლევა გადაწყდეს W16 და უფრო მაღალი წყალშეუღწევადობის ბეტონის მიღების ამოცანა.



ნახ. დროებითი სამაგრისა და ჰიდროიზოლაციის მოწყობის ვარიანტი

ჰიდროსაიზოლაციო სამუშაოების ჩატარების ადგილის სრული ჰიდროგეოლოგიური გარემოს შესწავლა მეტად რთული ამოცანაა. ალბათ შეუძლებელიცაა ამ დროს ყველა ნიუანსის გათვალისწინება. ამიტომ რთულ ჰიდროგეოლოგიურ და კლიმატურ პირობებში საჭიროა წყლისაგან ორმაგი დაცვა. ერთი ანტიფილტრაციული ბარიერის მოწყობა, როგორც წესი, არასაკმარისია ხოლმე. ასეთ შემთხვევებში ორმაგი ბარიერი ზედმეტობა კი არ არის, არამედ აუცილებლობაა. ამას ადასტურებს მრავალი მიწისქვეშა ნაგებობების მრავალწლიანი ექსპლუატაციის გამოცდილება. ამიტომ ბოლო წლებში მარალხარისხოვანი და გამძლე ჰიდროიზოლაციის მოსაწყობად ფართოდ გამოიყენება ორ და სამფენიანი ჰიდროიზოლაცია მზა მშრალი ნარევებისა და საცხი საიზოლაციო მასალების ბაზაზე. ასეთი კონსტრუქციის ერთერთი ვარიანტი ნაჩვენებია ნახაზზე.

ჭარბწყლიანი რკინიგზის გვირაბის დაშრობის პრობლემა

(მკვლევართა ჯგუფი: კონსტანტინე ჭურაძე,
კახაბერ კობახიძე)

საქართველოს რკინიგზების გამტარ და გამზიდუნარიანობის გაზრდის მიზნით საჭიროა დიდი მოცულობების სამუშაოების ჩატარება ხელოვნური ნაგებობების და, კერძოდ, გვირაბების საექსპლუატაციო მაჩვენებლების გასაუმჯობესებლად.

საგვირაბო ნაგებობების რეკონსტრუქციის აუცილებლობას ძირითადად განაპირობებს: ძველი გვირაბებისაგან განივი კვეთის ახალ გაბარიტულ მოთხოვნებთან შეუთავსობა, მუდმივი სიმაგრის არასაკმარისი სიმტკიცე და ნაგებობების ჭარბწყლიანობა, აგრეთვე გზის ზედნაშენის მოძველება და სხვა.

ჩემოთვლილი მიზეზებიდან განსაკუთრებული ყურადღება ენიჭება ჭარბწყლიანი გვირაბების დაშრობას, ვინაიდან გვირაბის ჭარბწყლიანობა, განსაკუთრებით ელექტრული წვევის შემთხვევაში, შეიძლება გახდეს ხელისშემშლელი მიზეზი რკინიგზის ნორმალური ექსპლუატაციისა და მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობისათვის.

მიწისქვეშა ნაგებობების მშენებლობის და ექსპლუატაციის პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ გვირაბის გაწვლოვანებულობასთან ბრძოლა ორი მიმართულებით მიმდინარეობს.

პირველი მიმართულების ღონისძიებები გულისხმობენ მიწისქვეშა ნაგებობების მომცავი სამთო მასივის დაშრობას სადრენაჟო და წყალმომცილებელი კომპლექსური საშუალებებით. მათი დანიშნულებაა მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების დაჭერა და მოცილება. ამ ღონისძიებების საშუალებით დაშრობილია მთელი რიგი გვირაბები, მაგრამ ეს ხერხები ვერ უზრუნველყოფენ გვირაბის მშრალად შენახვას, რაც აუცილებელია ელექტრული წვევის შემთხვევაში. ამ მიმართულების ღონისძიებები ჭარბწყლიანობის ნაწილობრივ შემცირების და მუდმივ სამაგრზე ჰიდროსტატიკური წნევის ნაწილობრივი შემცირების საშუალებას იძლევიან. მათი ფართო გავრცელება კი აიხსნება ამ ღონისძიებების „მოჩვენებითი“ ეკონომიურობით, რადგან ამ შემთხვევაში

სახსრები ერთდროულად კი არ იხარჯება, არამედ ნაწილ-ნაწილ, რამოდენიმე წლის განმავლობაში.

მეორე მიმართულების ღონისძიებებმა უნდა უზრუნველყონ გამონამუშევრის ჰიდროიზოლაცია ან მუდმივი სამაგრის ჰერმეტიზაცია. ეს ღონისძიებები ძირითადად გამოიყენება მეტროპოლიტენების, ჰიდროტექნიკური გვირაბების და ამ სხვა ნაგებობების მშენებლობისას, რომელთა დანიშნულება გამორიცხავს წყლის უმნიშვნელო გაჟონვასაც კი (ქალაქის სატრანსპორტო გვირაბები, საინჟინრო ნაგებობები, მიწისქვეშა საწყობები, სპეციალური დანიშნულების ნაგებობები).

თუმცა ამ მიმართულებების ზოგიერთი ღონისძიებები საკმაოდ საიმედოა, მაგრამ მათი შესრულების ტექნიკა საკმაოდ რთულია (განსაკუთრებით მოქმედი გვირაბების პირობებში) და დაკავშირებულია დიდ დანახარჯებთან (რულონური შიგა და გარე ასაკობრივი ჰიდროიზოლაცია ლითონის ფურცლების გამოყენებით), ზოგიერთი კი ყოველთვის ვერ უზრუნველყოფს მათი დანერგვის შედეგად მოსალოდნელ საიმედობას (ჭარხენა სამაგრს უკან, ტორკრეტირება).

რაც შეეხება ახალ პერსპექტიულ ხერხებს, მათი გამოყენება ფერხდება, რადგან ისინი ნაკლებაა შესწავლილი და პრაქტიკაში გამოცდილი.

ამ პრობლემის ნაწილობრივ მოხსნის მიზნით საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტსა (სტუ) და სამთო მექანიკის ინსტიტუტში 20 წლის განმავლობაში მიმდინარეობს შესაბამისი ლაბორატორიული გამოკვლევები და მიღებული შედეგების გამოცდა პრაქტიკაში: თბილისის მეტროპოლიტენი, დარიალის ხეობის მაგისტრალური გაზსადენის გვირაბები, დანგარის (ტაჯიკეთი) ჰიდროელექტროკვანძების გვირაბები და სხვა.

ავტორების მიერ შესწავლილია ჰიდროსაიზოლაციო საფარის მახასიათებლები დამზადებული

- ЭД-5 და ЭД-6 ეპოქსიდური ფისების ბაზაზე;
- ლატექს CKC-65 ГП ბაზაზე;
- კუკერსოლის ბაზაზე.
- პოლიურეტანის ლაქის KT ბაზაზე.

შესწავლილ იქნა შემდეგი მახასიათებლები: წყალგაუმტარობა, ყინვაგამძლეობა, სამაგრის ზედაპირთან შეჭიდულობის სიმტკიცე (ადგენია), დეფორმატულობა, გამაგრების ვადები.

წყალგაუმტარობაზე შემოწმება მიმდინარეობდა სპეციალურ დანადგარზე, სადაც წყლის წნევა საფარზე იქმნებოდა შეკუმშული ჰაერის საშუალებით.

ნიმუშები, რომლებმაც გაუძლეს 5 ატმ წნევას, გამოიცადნენ ყინვაგამძლეობაზე შემდეგი მეთოდით: ნიმუშებს ათავსებდნენ ერთი დღით $+15^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურის წყალში, შემდეგ საყინულეში, სადაც შეინარჩუნებოდა -25°C ტემპერატურა. თუ 25 ასეთ ციკლის (გაყინვა-გაღობა) შემდეგ საფარზე შესამჩნევი დაზიანებები არ შეიმჩნეოდა, მაშინ ითვლებოდა, რომ მან გაუძლო გამოცდას. შემდეგში ნიმუშები განმეორებით იცდებოდა წყალგაუმტარობაზე. აღსანიშნავია, რომ წნევა იზრდებოდა 15 ატმ-მდე.

გამოსაკვლევი მასალების შეჭიდულობა ბეტონთან განისაზღვრებოდა ბეტონის ფილების შეწებების გზით. დატვირთვა ედებოდა შეწებების ზონაში და მისი სიდიდე ფიქსირდებოდა პრესზე.

წყალგაუმტარობაზე, ყინვაგამძლეობაზე და შეჭიდულობაზე სხვადასხვა საფარის გამოცდის შედეგებმა აჩვენა, რომ ამათგან საუკეთესოა საფარი ეპოქსიდური ფისის ბაზაზე პოლიურეტანული ლაქი.

დეფორმატულობის და გამაგრების ვადების შესწავლა და ნატურული გამოკვლევები ხორციელდებოდა საფარისათვის ეპოქსიდური ფისის ЭД-5 ბაზაზე, რომელმაც უჩვენა საუკეთესო ჰიდროიზოლაციური თვისებები.

ვინაიდან ხსენებულ სინთეზურ მასალებზე დამზადებული საფარის დატანა უნდა მოხდეს სუფთა მშრალ ზედაპირზე, ეს გარემოება მნიშვნელოვნად ართულებს მათ გამოყენებას, განსაკუთრებით ჭარბწყლიან გვირაბებში.

ამ მხრივ დადებითად გამოირჩევა ქაფპოლიურეტანი, რომელიც ფართოდ გამოიყენება ნაგებობების ჰიდროიზოლაციისათვის ისეთი ცნობილი საზღვარგარეთული ფირმების მიერ, როგორცაა „De Neef Conchem“ (ბელგია), ЗАО „Триада-Холдинг“ (რუსეთი და სხვა).

ამ მასალის ძირითადი უპირატესობა მდგომარეობს გელის წარმოქმნის მექანიზმში, რომლის თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ წყალი მფილტრავი კონსტრუქციის ნაკერებში გამოიყენება როგორც მეორე რეაგენტი, აუცილებელი რეაქციის მიმდინარეობისათვის, ე.ი, მასალის დატანა შესაძლებელია სველ ზედაპირზეც.

პროცესს თან ახლავს ბზარებიდან (პირდაპირი, ნაკერი) წყლის გამოძევება და შიგა ღრუში წყალგაუმტარი ქაფპოლიურეტანული შემავესებლის წარმოქმნა. ჰიდროაქტიური პოლიურეტანის პოლიმერიზაციის ვადა საშუალოდ გრძელდება 0,8-დან 17 წუთამდე.

გასარემონტებელი ნაგებობების კონსტრუქციის ნაკერ-პირაპირების ინექციური ჰიდროიზოლაციის შესრულების ტექნოლოგია, ჰიდროაქტიური პოლიურეტანების გამოყენებით, მოითხოვს რიგი ოპერაციების თანმიმდევრულ შესრულებას: ნაკერის გაწმენდა, მისი ზედაპირის ჰერმეტიზაცია, საინექციო ხვრელების ბურღვა, ინექტორების დაყენება, ნაკერის წყლით გამორეცხვა წყლის აქტიური გადენის არარსებობისას.

აირდიზელის კვამლიანობა და გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობა

(მკვლევარი – ტ.მ.დ. პროფ. ოთარ გელაშვილი)

სატრანსპორტო ძრავებში გამონაბოლქვი აირების ტოქსიკურობისა და კვამლიანობის ნორმათა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მათში ადამიანის ჯანმრთელობაზე ერთ-ერთ ყველაზე მავნედ მოქმედი კომპონენტი, აზოტის ჟანგეულები, აღწევს 65%-ს, აირდიზელის ძრავის კამაზ 740.09-ის გამონაბოლქვში მავნე ნივთიერებები შეადგენს: CO-14გ/კვტ.სთ, CH-3,5გ/კვტ.სთ და NO_x-18გ/კვტ.სთ.

მთლიანობაში, დიზელის საწვავზე მომუშავე ძრავასთან შედარებით აირდიზელის უპირატესობას წარმოადგენს ტოქსიკურობისა და კვამლიანობის უკეთესი მაჩვენებლები. დიზელის საწვავის + აირი ნაერთზე მუშაობისას ნომინალური რეჟიმის პირობებში, ჭვარტლის გამოტყორცნა დიზელის საწვავთან

შედარებით რამდენადმე ნაკლებია, ხოლო კვამლიანობა მცირდება 15-20%-ით. უქმი სვლის რეჟიმებისა და არასრულ დატვირთვებზე კვამლიანობა იკლებს 80%-მდე. მსგავსი კანონზომიერება განპირობებულია ნარევ წარმოქმნის პროცესის გაუმჯობესებით. შერეულ საწვავზე მუშაობისას C_mH_n გამოტყორცნა და NO_x -ის რაოდენობა მცირდება გარე მახასიათებლის მთელ დიაპაზონში. ძრავის მუხლა ლილვის დაბალ სიხშირეებზე და შერეულ საწვავზე მუშაობისას CO-ს გამოტყორცნის სიდიდე მცირდება 25-30%-ით, ხოლო მუხლა ლილვის ბრუნვის მაღალი სიხშირის არეში იზრდება 1,5%-ით. აღსანიშნავია, რომ CO_2 -ის გამოტყორცნა მიგვანიშნებს საწვავის სრულ წვაზე.

ჭვარტლი ძირითადად წარმოიქმნება ძრავის ცილინდრებში ნახშირწყალბადების თერმული დაშლისას საწვავის არასრული წვის შედეგად. ტემპერატურის მიხედვით წვის კამერაში შეიძლება იყოს არაერთგვაროვანი უბნები. ამ ზედაპირზე მოხვედრისას ხდება თხევადი საწვავის წვეთების კრეკინგი და ძრავა მუშაობს გაზრდილი კვამლიანობით: ნახშირწყალბადების არასრული წვის პროცესისას წარმოიქმნება თავისუფალი ნახშირბადი. დაშლის რეაქციები მიმდინარეობს დაჟანგვის რეაქციებთან შედარებით მეტი სიჩქარით. ტემპერატურის ზრდასთან ერთად, დაშლისა და დაჟანგვის სიჩქარეებს შორის სხვაობა იზრდება, რაც წარმოადგენს დიზელეებში მომატებული კვამლიანობის მიზეზს.

ძრავის ფაქტორის ზემოქმედების შედეგად, რომელთაგან ერთ-ერთი ძირითადია საწვავი ნარევის შემადგენლობის უშუალო გავლენა C_mH_n კრეკინგსა და წვის რეაქციებს შორის ბალანსზე, ჭვარტლის წარმოქმნა ხდება საწვავის მთელ პერიოდის განმავლობაში.

ნარევწარმოქმნისა და საწვავის წვის პროცესთა არასრულყოფილებას თან ახლავს გამონაბოლქვ აირებში კვამლიანობის ზრდა. ამიტომ გამოყენებულ საავტომობილო საწვავს უმატებენ სხვადასხვა მინარევეებს, რომლებიც გავლენას ახდენენ საწვავის წვის პროცესის ხასიათზე და ამცირებენ გამოტყორცნილი ჭვარტლის რაოდენობას. დღეისათვის იყენებენ საწვავის წვის პროცესის მაინტენსიფიცირებელ, ანუ ანტიკვამლურ მინარევეებს, რომელთაგან ყველაზე ეფექტურია ბარიუმშემცველი მინარევეები. ამ

მინარევის რაოდენობა არ უნდა აღემატებოდეს გამოყენებული საწვავის მასის 1%-ს. ასეთ პირობებში გამონაბოლქვი აირების კვამლიანობა მცირდება 2-2,5-ჯერ და არ აღემატება 25%. აღსანიშნავია, რომ არასრული დატვირთვისას ხდება ეკონომიკური მაჩვენებლების დაქვეითება, რაც დაკავშირებულია წვის პროცესის გაუარესებასთან.

კამაზ-740.09 ძრავაზე ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ აირისა და ღიზელის საწვავის ნარევეზე მუშაობისას გაცილებით ნაკლებია არასრული წვის პროდუქტები CO და CH, ვიდრე ცალკე ღიზელის საწვავზე მუშაობისას.

ღღისათვის ატმოსფეროში მავნე ნივთიერებების გამოტყორცნა წარმოადგენს ერთ-ერთ სერიოზულ ეკოლოგიურ პრობლემას. ამიტომ, გამონაბოლქვ აირებში მავნე ნივთიერებების დასაშვებ კონცენტრაციას არეგულირებენ ნორმირებით. ნორმირებადი გამონაბოლქვის ელემენტების რიცხვში ჩართული უნდა იყოს პოლიციკლური არომატული ნახშირწყალბადები, გოგირდოვანი შენაერთები, აკროლენი, ალდეჰიდები და ბენზაპირიკი.

გამონაბოლქვ აირებში ტოქსიკურობის შემცირების ტრადიციული მეთოდები თანამედროვე პირობებში არასაკმარისად ეფექტურია, ვინაიდან ისინი ძირითადად დაფუძნებულია საავტომობილო ძრავების ტექნიკურ ასპექტებზე. ამიტომ აუცილებელია ორგანიზაციული ღონისძიებების გატარება, რათა მკაცრად შეზღუდული და ნორმირებული იყოს ტოქსიკური ნაერთების გაზრდილი სპექტრი. გამონაბოლქვ ნაერთების გამოტყორცნათა შეზღუდვის ნორმათა დანერგვის ეკონომიკური შედეგები დაკავშირებულია ავტოსატრანსპორტო საწარმოს სრულყოფის ღონისძიებებთან და თანამედროვე დონეზე ტოქსიკურობის შემცირების საშუალებებით მათ აღჭურვასთან.

უმნიშვნელოვანესი ნოვაცია შესთავაზა იაპონიამ მსოფლიოს, რომ სატრანსპორტო საშუალებათა ძრავებში ნაცვლად ბენზინისა გამოყენებულ იქნას წყალბადი. წყალბადის წვის პროდუქტი წყალი, არამცთუ გააჭუჭყიანებს გარემოს, არამედ ძრავიდან გამოიყოფილი წყლის ორთქლი გააწკრივლებს ტრანსპორტის მიერ გავლილ გზას.

ტრანსპორტი და გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობა

(მკვლევართა ჯგუფი: მზია მოისწრაფიშვილი, თეა არჩვაძე, ჯემალ კანკაძე, მეგი არჩვაძე, ოთარ ნაცვლიშვილი)

მწარმოებლური დარგების, მათ შორის მშენებლობის, ენერჯეტიკისა და ტრანსპორტის, მნიშვნელოვანმა განვითარებამ და მოსახლეობის რაოდენობის სწრაფმა მატებამ, ურბანიზაციის ღონის მკვეთრმა ამაღლებამ და ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროში ქიმიზაციის ხარისხის ზრდამ გამოიწვია გარემოს სხვადასხვა ცვლილებები, მათ შორის ბიოსფეროს მავნე დაჭუჭყვიანება. ამიტომ გარემო პირობების მეთვალყურეობამ და დაცვამ სამეცნიერო-ტექნიკური რეკოლუციის პირობებში შეიძინა საზოგადოების სოციალური განვითარების შემადგენელი და განუყოფელი კომპონენტის როლი.

ატმოსფერული დაჭუჭყვიანების წყაროები იყოფა ორ კატეგორიად – გამოყოფითი წყაროები და გამონაბოლქვები. პირველს განეკუთვნება ტექნოლოგიური მოწყობილობები (აპარატურა, მოწყობილობები, დანადგარები და ა.შ.), რომელთა ექსპლოატაციის პროცესში გამოიყოფა სხვადასხვა შედგენილობის ნარევეები. მეორე კატეგორიას განეკუთვნება მიწები, სავენტილაციო შახტები, აერაციული შუქურები და სხვა, რომელთა მეშვეობით ნარევი ხვდება ჰაერში.

წარმოებითი გამონაბოლქვების იყოფა ორგანიზებულ და არაორგანიზებულ ნაკადებად. ორგანიზებული გამონაბოლქვები ჰაერში აღწევს სპეციალური მოწყობილობებით: მიწებით, აირგამტარებით და ჰაერგამტარებით, რომლებც შესაძლებელს ხდის სპეციალური მოწყობილობების გამოყენებით თავიდან ავიცილოთ მავნე ნივთიერებებისაგან გარემოს დაბინძურება.

არაორგანიზებული მწარმოებლური გამონაბოლქვი ჰაერში აღწევს არამიზნობრივი ნაკადების სახით, რისი მიზეზიცაა აირების შეწოვის, ნივთიერებების ჩატვირთვა-გადმოტვირთვის ან პროდუქტების შენახვის ადგილის ჰერმეტიკული აღჭურვილობის არსებობა ან მათი არაადაკმაყოფილებელი მუშაობა.

ატმოსფერული დაბინძურების წყაროებია ენერგეტიკული მასალების წარმოება და გამოყენება, ქიმიური და ნავთობგადამამუშავებელი დარგები, სასუქების მოხმარება და ა.შ.

ატმოსფეროში სისტემატურად მიმდინარეობს ნივთიერებათა ურთიერთქმედება და იცვლება მათი გავლენა გარემოზე. ამიტომ არსებობს გარემოს თვითგაწმენდის შესაძლებლობა. ატმოსფერული ჰაერის თვითგაწმენდა შეიძლება ხდებოდეს მშრალი და ნოტიო ჰაერის ნარეგების თვითგამორიცხვით.

ჩვეულებრივ პირობებში გარემოს წყლის ქიმიური შემადგენლობა რეგულირდება ბუნებრივი პროცესებით. მყარდება დიანმიური წონასწორობა წყალში ქიმიური ელემენტების შეღწევის და გამოდევნას შორის.

არსებობს ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი, რომელსაც შეაქვს კორექტივები ბუნებრივ პროცესში და ხშირად მნიშვნელოვნად ცვლის ბუნებრივ წყლების შედგენლობას. ეს ფაქტორია ადამიანის სამეურნეო საქმიანობა.

წყლის ხარისხი ესაა წყლის შედგენილობის თვისობრივი მახასიათებლების ერთობლიობა, რაც განსაზღვრავს მისი კონკრეტული სასარგებლო სახეობების მოხმარებას. წყლის ხარისხი ფასდება სხვადასხვა კომპლექსური მაჩვენებელით. მით უმეტესი ნაწილი გამოიყენება წყლის წარმოშობისა და დანიშნულების შესაფასებლად.

მეოცე საუკუნის შუა პედიორში წყლის ხარისხის პრობლემა გარკვეულწილად შეეხო ყველა განვითარებულ ქვეყანას.

ბუნებრივი რესურსების სულ უფრო მზარდი სამრეწველო გამოყენება, ენერჯის მოხმარების ზრდის დაჩქარებული ტემპები, ქვეყნის შიდა და საგარეო ვაჭრობის მუდმივი გაფართოება, ეკონომიკური და კულტურული კავშირების განუხრელი განვითარება – ყოველივე ეს წარმოუდგენელია ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეების შესაბამისი განვითარების, სატრანსპორტო გზებისა და კომუნიკაციების გაფართოების გარეშე. დღეს მოსახლეობის რაოდენობის მატებასა და ტექნიკის განვითარებასთან ერთად განსაკუთრებით შესამჩნევი გახდა თანამედროვე ტრანსპორტის სხვადასხვა სახეობების უმრავლესობის არასრულყოფილება გარემოზე უარყოფითი ზემოქმედების თვალსაზრისით.

უკანასკნელი ათწლეულების განმავლობაში საავტომობილო და საავიაციო ტრანსპორტის განვითარების კვალობაზე მკვეთრად გაიზარდა ატმოსფეროში გამაჭუჭყიენებელ ნივთიერებათა წილი, რომელიც ადამიანის სატრანსპორტო საქმიანობის შედეგია. მსოფლიოს მასშტაბით გაჭუჭყიანების წყაროს 40% მოდის გადამაადგილებელი საშუალებების ნარჩენებზე.

ტრანსპორტის სახეობები სხვადასხვაგვარად ზემოქმედებს გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე.

ატმოსფეროს გაჭუჭყიენების ძირითადი წილი მოდის ბენზინზე მომუშავე საავტომობილო ტრანსპორტზე – დაახლოებით 75%, შემდეგია საავიაციო ტრანსპორტი – 5%, დიზელზე მომუშავე ტრანსპორტი და სასოფლო-სამეურნეო მანქანები – დაახლოებით 4-4%; სარკინიგზო და წყლის ტრანსპორტის წილად მოდის დაახლოებით 2%. სატრანსპორტო საშუალების მიერ გამოიყოფა 40-ზე მეტი მავნე ნივთიერება. მათგან ყველაზე მეტი რაოდენობითაა ნახშირბადის ოქსიდები (70%), ნახშირწყალბადები ($\cong 19\%$) და აზოტის ოქსიდები (9%). ნახშირბადის მონოქსიდის (CO) და აზოტის ოქსიდების (NO_x) გამოყოფა ატმოსფეროში ხდება მხოლოდ გამონაბოლქვი აირების შემადგენლობაში, მაშინ როდესაც არასრულად დამწვარი ნახშირწყალბადები (H_nC_n) ატმოსფეროში ხვდება არა მარტო გამონაბოლქვი აირებიდან, არამედ კარტერიდან, კარბურატორიდან და საწვავი ავზიდან. მყარი მინარევეები ატმოსფეროში ხვდება როგორც გამონაბოლქვ აირებთან ერთად (90%), ასევე კარტერიდან (10%). ზემოაღნიშნული ნივთიერებების გარდა გამონაბოლქვ აირებთან ერთად ატმოსფეროში ხვდება სხვადასხვა მძიმე მეტალები (თუთია, ტყვია და ა.შ.), რომლებიც ადამიანის ორგანიზმში ხვდება ჰაერის, წყლისა და საკვების საშუალებით. ამ ნივთიერებებს გააჩნია აკუმულირების (დაგროვების) თვისება და საშიშ ზემოქმედებას ახდენენ ადამიანის ჯანმრთელობაზე.

გამაჭუჭყიენებელი ნივთიერებები ატმოსფეროში განსაკუთრებული ინტენსივობით ხვდება ავტომობილის ამუშავეებისა და ადგილიდან დაძვრისას, ასევე დაბალი სიჩქარით მოძრაობისას. პირველ შემთხვევაში გამონაბოლქვ აირებში იზრდება აზოტის ოქსიდების რაოდენობა, ხოლო მეორე შემთხვევაში, ასევე

დამუხრუჭებისას, მატულობს ნახშირწყალბადებისა და ნახშირბადის ოქსიდის მასური წილი. აქედან გამომდინარეობს, რომ ავტომობილები განსაკუთრებით ძლიერად ატუჭყიენებენ ჰაერს ხშირ გაჩერებებისა და დაბალი სიჩქარით მოძრაობისას.

მიუხედავად იმისა, რომ ღიზელის ძრავა უფრო ეკონომიურია, ვიდრე ბენზინის ძრავა, მაინც ნივთიერებებს კი, როგორებიცაა CO, NO_x, H_nC_n, იმავე რაოდენობით გამოყოფს, ეკოლოგიურად იგი უფრო მავნეა, რადგან მის მუშაობას თან ახლავს არასასიამოვნო სუნი (დაუწვავი ნახშირწყალბადების გამოყოფის შედეგი) და ძლიერი ხმაური.

თვითმფრინავები, საერთო ჯამში, უფრო ნაკლებ მაინც ნივთიერებებს გამოყოფენ ვიდრე ავტომობილები. თუ განვიხილავთ მაინც ნივთიერებების გამოფრქვევის წყაროებს აეროდრომის მიმდებარე ტერიტორიაზე, დავინახავთ, რომ თვითმფრინავების წილი ატმოსფეროს გატუჭყიანებაში საკმაოდ დიდია. თვითმფრინავის ძრავაში საწვავის დაახლოებით 42% იწვის აფრენა-დაფრენის მანევრების დროს. ამასთან, დაუწვავი საწვავის გამოფრქვევა ატმოსფეროში მიწაზე მანევრირების დროს მნიშვნელოვნად აღემატება იგივე პროცესს ფრენისას.

საჰაერო ტრანსპორტის გადაადგილებას თან ახლავს ხმაური, რაც განიხილება როგორც გარემოს ფიზიკური დაბინძურება. ხმაური ზოგადად უარყოფითად მოქმედებს ადამიანზე და მისი მოქმედების ხარისხი დამოკიდებულია მის ინტენსივობასა და ხანგრძლივობაზე. ხმაური დამლელად მოქმედებს ადამიანზე, მის ნერვიულ სისტემაზე და, გარდა ამისა, ხმაურმა შეიძლება გამოიწვიოს სმენის დაქვეითება ან მისი სრული დაკარგვა. ხმაური შეიძლება სხვადასხვა დაავადებების გამომწვევი მიზეზიც გახდეს. ხმაური განსაკუთრებით ზემოქმედებს თვითმფრინავის ეკიპაჟის წევრებზე, აეროდრომის მომსახურე პერსონალზე, აეროდრომის მეზობლად მცხოვრებ მოსახლეობაზე.

სარკინიგზო ტრანსპორტი დღესდღეობით ტრანსპორტის ერთ-ერთი ის სახეობაა, რომელიც შედარებით ნაკლებ უარყოფით ზეგავლენას ახდენს გარემოს ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე. რკინიგზის გაყვანისას შედარებით ნაკლებად ირღვევა გარემოს ეკოსისტემა, ამასთან დღესდღეობით რკინიგზაზე ფართოდ

გამოიყენება ელექტრული წევა, ხოლო ელექტროფიცირებული რკინიგზის მიერ გარემოს დაბინძურება 15-ჯერ ნაკლებია თანამედროვე ავტოსტრადების მიერ გარემოს გაჭუჭყიანებაზე. ელექტროფიცირებული რკინიგზის ტრანსპორტის მიერ გარემოს დაბინძურება ფაქტობრივად შემოიფარგლება მხოლოდ ავარიის შედეგად მიყენებული ზიანით და ტექნოლოგიური ოპერაციების დარღვევის მიზეზით შექმნილი დაბინძურებით.

რაც შეეხება საზღვაო ტრანსპორტს, ატმოსფეროზე მისი ზემოქმედება გაცილებით ნაკლებ საზიანოა ვიდრე ტრანსპორტის სხვა განხილული სახეობისა. მისი გაჭუჭყიანების „ობიექტს“ ძირითადად წარმოადგენს ზღვა. ზღვის დაბინძურება ძირითადად ხდება ტანკებისა და ტრიუმების რეცხვისას. ყველაზე დიდია ტანკერების და ზოგიერთი სახის ტვირთების დატვირთული გემების ავარიის შემთხვევებში ზღვის ეკოსისტემებზე მიყენებული ზარალი.

სტუ-ს №56 სამეცნიერო მიმართულების ხელმძღვანელის ტ.მ.დ. პროფ. მიხეილ შილაკაძის სამეცნიერო მოღვაწეობა

ტექნიკურ მეცნიერებათა დოქტორი, სრული პროფესორი, სტუ-ს №56 სამეცნიერო მიმართულების ხელმძღვანელი – მიხეილ შილაკაძე 20 წელზე მეტი ხნის მანძილზე მუშაობდა საბჭოთა კავშირის ქიმიურ მრეწველობას დაქვემდებარებული პოლიმერების გამოყენებისა და გადამუშავების საკვლევ-სამეცნიერო და საკონსტრუქტორო ორგანიზაციებში. პროფ. ივანე ბაქრაძესთან ერთად იყო საქართველოში პოლიმერების სპეციალიზირებული საბაზო ლაბორატორიის (შემდეგ გარდაქმნილი იქნა სპეციალურ საკონსტრუქტორო-საპროექტო ბიუროდ) შექმნის ინიციატორი, რომელიც ფუნქციონირებდა ჩვენს ქვეყანაში 1965-1990 წლებში.

1969 წელს დაიცვა საკანდიდატო დისერტაცია, რომელიც მთლიანად მიეძღვნა პოლიმერული სრიალის საკისრების დანერგვას მანქანათმშენებლობაში. არის 30 გამოგონების და სტატიის ავტორი.

რი, რომელიც ეძღვნება სხვადასხვა დანიშნულების პოლიმერულ ნაკეთობებს. პროფ. მიხეილ შილაკაძე სხვადასხვა დროს ხელმძღვანელობდა ქიმიური მრეწველობის და სსრკ სახალხო მეურნეობის უმნიშვნელოვანესი ღონისძიებების გეგმით გათვალისწინებულ თემებს (შიფრით „00“. მათ შორის იყო თხევადი აგრესიული ქიმიური პროდუქტების გადასახიდად შექმნილი სპეციალური კონტეინერი). მის მიერ შემუშავებული და შექმნილი ნაკეთობები გამოფენილი იყო საბჭოთა კავშირის სახალხო მეურნეობის მიღწევათა გამოფენებზე და დაჯილდოებულია ვერცხლისა და ბრინჯაოს მედლებით.

სტუ-ს სამეშენებლო ფაკულტეტის – გრუნტების მექანიკისა და ფუძე საძირკვლების (№45 სამეცნიერო მიმართულება, ხელმძღვანელი ტ.მ.დ. პროფ. გ. ჭიხონელიძე) სამეცნიერო შრომები

გამორჩეულ ქართველ მეცნიერს, სანიმუშო პედაგოგს, სამაგალითო ორგანიზატორს, სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტის გრუნტების მექანიკის და ფუძე-საძირკვლების მიმართულების ხელმძღვანელს ტ.მ.დ. პროფ. გ. ჭიხონელიძეს გამოქვეყნებული აქვს მონოგრაფია „საქართველოს ლიოსისებური გრუნტები, სადაც განხილულია – ლიოსის გრუნტების ერთ-ერთი სახეობა – გაჯისებური გრუნტები და მოცემული აქვს გაჯისებურ გრუნტებზე შენობა-ნაგებობათა აგების მეთოდები. ძირითადად ნაშრომში განხილულია თაბაშირის გამოტუტვის შედეგად შენობა-ნაგებობათა დეფორმაციები და მათი საწინააღმდეგო ღონისძიებანი; სამშენებლო დარგში ბატონ გ. ჭიხონელიძეს გამოქვეყნებული აქვს 200-ზე მეტი სამეცნიერო შრომა, აღზრდილი ყავს მრავალი ტ.მ.კ. და ტ.მ.დ.

მიმართულების პროფესორს ვ. ჯაფარიძეს დაცული აქვს საკანდიდატო დისერტაცია თემაზე: „საქართველოს თაბაშირშემცველი ლიოსისებური გრუნტების გაძლიერება-გამაგრებას“. ცნობილია, რომ თუ ასეთი გრუნტები წარმოადგენენ შენობა-ნაგებობათა ფუძე-

გრუნტებს, დროთა განმავლობაში წყლის მიერ ზდება თაბაშირის ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) გამოტუტვა-გამორეცხვა. ნაშრომში განხილულია გრუნტებში თაბაშირის გამოტუტვის პროცესი დროში.

ამავე მიმართულების ასისტ. პროფესორს ი. მშვიდლობაძეს სადისერტაციო ნაშრომში განხილული აქვს – ქ. თბილისში თაბაშირშემცველ ფუძე-გრუნტებში თაბაშირის გამოტუტვის პროცესები, რომლის შედეგადაც შენობა-ნაგებობები განიცდიან ჯდომით დეფორმაციებს. ორივე ავტორს განხილული აქვს შენობა-ნაგებობების ჯდომითი დეფორმაციების საწინააღმდეგო ღონისძიებები.

სტუ-ს №91 სამეცნიერო მიმართულების ხელმძღვანელის ტ.მ.დ. პროფ. საინჟინრო მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ანზორ ნადირაძის სამეცნიერო მოღვაწეობა

სტუ-ს სამშენებლო ფაკულტეტის (№91 სამეცნიერო მიმართულების ხელმძღვანელი), პროფ. ანზორ ნადირაძე დაიბადა 1934 წლის 9 დეკემბერს ქ. თბილისში. 1952 წელს დაამთავრა მე-8 ვაჟთა სკოლა ოქროს მედალზე. 1958 წელს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი წარჩინებით, იყო ლენინის სახელობის სტიპენდიანტი. 2000 წელს აირჩიეს საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ნამდვილ წევრად.

25 წელია ამაგდარი მეცნიერი ხელმძღვანელობს საშენი მასალებისა და ნაკეთობების კათედრას, დღეს კი მიმართულებას. იგი ამ დარგის აღიარებული სპეციალისტია, მისი ხელმძღვანელობით დაცულია 15 საკანდიდატო დისერტაცია. ავტორია 10 სახელმძღვანელოსი და 130-ზე მეტი სამეცნიერო შრომის. სახელმძღვანელოებიდან უნდა გამოიყოს:

1. ა. ნადირაძე „ბეტონისა და რკინაბეტონის ნაკეთობათა ტექნოლოგია“ თბილისი, 1994 წ. (38,5 ნაბეჭდი თ.)

2. ა. ნადირაძე „საშენი მასალები და ნაკეთობები“ თბილისი. 1984 წ. (28,7 ნ.თ).

3. ა. ნადირაძე „ბეტონის შემკვებების ტექნოლოგია“ თბილისი, 1988 წ. (19,97 ნ.თ).

სამეცნიერო ნაშრომებმა და გამოგონებებმა ფართოდ გაუქთვეს სახელი პროფ. ა. ნადირაძეს. იგი არის ინგლისის, პოლანდიის, შოტლანდიის, თურქეთის, რუსეთის, სომხეთის, უკრაინის და სხვა ქვეყნების საერთაშორისო კონგრესების მონაწილე.

პროფ. ა. ნადირაძემ საინჟინრო აზრის განვითარებას ხელი შეუწყო პრაქტიკული სამიქმიანობით. იგი არის ქვეყნის უმნიშვნელოვანესი მშენებლობის (სამების საკათედრო ტაძარი, ენგურჰესი, აშშ-ის საელჩო და სხვ.) ექსპერტი და კონსულტანტი. აღსანიშნავია რომ საშენი მასალების მიმართულება ა. ნადირაძის ხელმძღვანელობით სამების ტაძრის მშენებლობაზე, ჰონორარის გარეშე ატარებდა ბეტონის ხარისხის კონტროლს, რისთვისაც დაიმსახურა საქართველოს პატრიარქის ილია მეორის მაღლობა. ბ-ნ ანზორს მიღებული აქვს ჯილდოები, ღირსების ორდენები, ოქროს მედლები ყოფილ სსრკ და საქართველოს სახალხო მეურნეობის გამოფენებზე.

პროფ. ა. ნადირაძეს აქვს მთელი რიგი გამოგონებები და პატენტები, მათგან უნდა გამოიყოს:

1. ა. ნადირაძე, ს. ალიევი, საავტორო მოწმობა. სსრკ. ბეტონის ნარევი, №1503240, 22.04.1989 წ.
2. ა. ნადირაძე და სხვ. სსრკ კასეტური დანადგარი მრავალპანელოვანი ფილების დასამზადებლად №169773, 22.08.1991.
3. ა. ნადირაძე და სხვ. ცივი ბიტუმოვანი მასტიკა. პატენტი, №1942, საქართველო, „საქპატენტი“ თბ. 1999.
4. ა. ნადირაძე, ნ. რაზმაძე „ბეტონის ნარევის კომპლექსური დანამატი. პატენტი 2615, საქართველოს „საქპატენტი“ თბ., 2001 წ.

რაც შეეხება (საავტორო მონაცემებს) გამოყენების საკითხს: ა. ნადირაძის ხელმძღვანელობით დამზადდა ორი სუპერპლასტიფიკატორი СПКС-I და СПКС-II, რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის ნარჩენის-ქვანახშირის ფისის გამოყენებით. სპ საშუალებას იძლევა გავათხევადოთ ბეტონის ნარევი 20-22 სმ კონუსის

ჯდენამდე, რაც აადვილებს მის მიწოდების მაღალსართულიანი სახლების მშენებლობაზე. გარდა ამისა სპ-ის საშუალებით მიიღწევა ცემენტის ეკონომია 1მ^3 ბეტონზე 25-35%.

კათედრაზე პროფ. ვ. კანკავასთან ერთად დამზადდა ახალი ცემენტი იმერეთის რეგიონის ნარჩენებისა და სპ-ს გამოყენებით. კერძოდ ქუთაისის ბარიუმშემცველი შლამებისა და ტყიბულის ქვანახშირის სამთო გამონამუშევრების გამოყენებით. ნარჩენების 70%-მდე გამოყენების დროს იღებენ 300-400 მარკიან ცემენტს. ის 50%-ით უფრო იაფია და გამოირჩევა უკეთესი მაჩვენებლებით ვიდრე ჩვეულებრივი იგივე მასალის პორტლანდცემენტი. ამ პრობლემაზე შედგენილია ბიზნესგეგმა აღნ. მიმართულების მიერ და წარდგენილია ქართუ ბანკში. საუკეთესო შედეგები აქვს კათედრის ჰიდროსაინჟოლაციო მასტიკაზე ტ.მ.კ. ლ. მიქელაძეს უკვე გამოყენებულია აღნიშნული მასალა 10000მ^2 -ზე მეტი ფართობის ბრტყელი გადახურვისათვის, რაც აბსოლუტურად წყალუჟონადია.

ცემენტის ხარჯის ეკონომია ბეტონისა და რკინაბეტონის წარმოებაში

(მკვლევართა ჯგუფი: ტექნ. მეცნ. დოქტორი, პროფესორი ანზორ ნადირაძე, მაგისტრანტი ლევან ჩალაძე)

თანამედროვე პერიოდში ბეტონი და რკინაბეტონი ძირითადი საშენი მასალებია, რომელთა გარეშე თითქმის შეუძლებელია ნებისმიერი კაპიტალური ნაგებობის აგება (სამრეწველო და სამოქალაქო შენობებში, ხიდები და გვირაბები, სხვადასხვა სახის რეზერვუარები, არხები, კაშხლები და სხვ.).

ამჟამად საქართველოში მშენებლობის ბუმი, შესაბამისად მზადდება დიდი რაოდენობით ასაწყობი და მონოლითური ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციები. ამიტომ მათი წარმოებისას მიღწეული ცემენტის ეკონომია წარმოადგენს დღევანდელი დღის გადაუდებელ მწვავე პრობლემას.

მშენებლობაში არსებობს ცემენტის ეკონომიის საკმაოდ ბევრი რეალური ღონისძიებები, მაგრამ ჩვენ განვიხილავთ ზოგიერთ მათგანს.

ცემენტის უდიდესი გადახარჯვა შეინიშნება ბეტონებში, რომლებიც დამზადებულია დაბალიხარისხის შემცველებზე. მაგალითად, ქვიშა-ხრეშის (ბალასტის) ნარევის გამოყენებისას ცემენტის ხარჯი იზრდება 100 კგ/მ³-მდე, რადგანაც ბალასტი ხშირ შემთხვევაში შეიცავს მავნე მინარევებს. ხარჯის გაზრდა გამოწვეულია იმით, რომ მივიღოთ საჭირო დენადობის და სიმტკიცის ბეტონი. მიუხედავად ცემენტის ხარჯის გაზრდისა, ამ ბეტონის ხანგამძლეობა (კერძოდ, ყინვაგამძლეობა), როგორც წესი, დაბალია.

ცემენტის ხარჯის მნიშვნელოვან ეკონომიას შეიძლება მივაღწიოთ ბეტონის შედგენილობის სწორი გაანგარიშებით.

როგორც ცნობილია, ბეტონის შედგენილობის გაანგარიშება ითვალისწინებს ტექნოლოგიური ფაქტორების ფართო სპექტრს, რომელთა მიმართ სწორი მიდგომა დიდად განაპირობებს ცემენტის ეფექტურ გამოყენებას.

უნდა აღინიშნოს, რომ ცემენტის ხარჯის შემცირება ბეტონში ძალიან მნიშვნელოვანია არა მარტო ეკონომიკური თვალსაზრისით. იგი, ამასთან ერთად, განაპირობებს ბეტონის თვისებების გაუმჯობესებას, რადგანაც როგორც ცნობილია, ცემენტის ქვა უმეტესად წარმოადგენს ბეტონის სუსტ კომპონენტს. ცემენტის ხარჯის შემცირება ბეტონში ამცირებს შეკლებას და ცოცვადობას, რითაც იზრდება ხანმდეგობა და მდეგობა კოროზიის მიმართ.

ბეტონის შედგენილობის განსაზღვრისათვის იყენებენ ბეტონის სიმტკიცის შემდეგ ფორმულებს:

$$R_y = A \cdot R_c \quad (f/c-0.5) \text{ ბეტონებისათვის, როდესაც } f/c \geq 0,4;$$

$$R_y = A_1 \cdot R_c \quad (f/c+0.5) \text{ მაღალი სიმტკიცის ბეტონებისათვის,}$$

როდესაც $f/c \leq 0,4$.

იმის საილუსტრაციოთ, თუ როგორ მოქმედებს ბეტონის შედგენილობის გაანგარიშებისას შემცველის ხარისხი, რაც საბოლოოდ აისახება ცემენტის ხარჯზე, მოყვანილია ცხრ. 1-ში.

A და **A₁** კოფიციენტების მნიშვნელობები

ბეტონის შემესებები და შემკვრელები	ნედლეულის მახასიათებელი	A	A ₁
მაღალი ხარისხის	მაღალი სიმკვრივისა და სიმტკიცის ღორღი, ოპტიმალური სიმსზოს ქვიშა და მაღალი აქტივობის პორტლანდცემენტი. დაფრაქციებული, ოპტიმალური მარცვლოვანი შემადგენლობის გარეცხილი სუფთა ქვიშა	0,65	0,43
რიგითი	საშუალო ხარისხის ზრეში, საშუალო აქტივობის პორტლანდცემენტი, ან მაღალი მარკის წიდაპორტლანდცემენტი	0,6	0,4
დაბალი ხარისხის	დაბალი სიმტკიცის მსხვილი შემესები და წვრილი ქვიშები, დაბალი აქტივობის ცემენტები	0,55	0,37

ცემენტის მნიშვნელოვანი გადახარჯვა ბეტონისა და რკინაბეტონის წარმოებაში დაკავშირებულია შემესების სისუფთავეზე (ცხრ. 2).

შემესების დაჭუჭყიანების გავლენა ცემენტის ხარჯზე

შემესებში მტვრისებრი ნაწილაკების შემცველობის ზრდა სახელმწიფო სტანდარტის მოთხოვნებთან შედარებით	ცემენტის ხარჯის ზრდა, %, ბეტონში მარკით				
	100	200	300	400	500
3 - მდე	1	1 - 2	2 - 3	3 - 5	5 - 7
3 - 5 - მდე	1 - 3	2 - 4	5 - 7	7 - 10	10 - 15

ამ ცხრილის ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ შემესებში მტვრისებრი, ლამისებრი და თიხოვანი ნაწილაკების ზრდა სახელმწიფო სტანდარტის მოთხოვნების ზევით იწვევს ცემენტის ხარჯვის ზრდას 3-15%-ით, შესაბამისად, უფრო მეტი სიდიდით, რაც მეტია მათი შემცველობა და საჭირო ბეტონის მარკა.

ამიტომ შემოტანა და გამოყენება დაუფრაქციებელი და გაჭუჭყიანებული შემესებისა აუარესებს როგორც ბეტონის ნარევის ერთგვაროვნებას, ასევე გამყარებული ბეტონის ხსნარს. ამასთან ერთად, ზრდის ცემენტის ხარჯს 10%-მდე.

ცემენტის ეკონომიური გამოყენების მნიშვნელოვან პირობას წარმოადგენს მისი მარკისა და სახეობის სწორი შერჩევა, რაც სრულიად უნდა აკმაყოფილებდეს ბეტონისა და შესაბამისი კონსტრუქციის დამზადების ტექნოლოგიური რეჟიმის მოთხოვნებს, სახელმწიფო სტანდარტების შესაბამისად.

ცემენტების ეფექტურად გამოყენებისა და საგრძნობი ეკონომიისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ბეტონისა და რკინაბეტონის კონსტრუქციების გამოყენების პირობებს. ამასთან, ცემენტების მიზანშეწონილად გამოყენება ბეტონისა და რკინა-ბეტონის კონსტრუქციებში წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ღონისძიებას ამ მეტად დეფიციტური და ძვირადღირებული მასალის ხარჯის ეკონომიისათვის.

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, ბეტონი და რკინაბეტონი მშენებლობის თითქმის ყველა დარგში გამოიყენება. აქედან გამომდინარე, რაგინდ უნივერსალური თვისებები არ უნდა გააჩნდეს ამ მეტად მნიშვნელოვან მასალას, იგი მეტნაკლებად ვერ დააკმაყოფილებს იმ მრავალრიცხოვან მოთხოვნებს, რაც საჭიროა მათი ექსპლუატაციისას ამა თუ იმ გარემოში. ამიტომ ყველა კონკრეტულ შემთხვევაში, ბეტონის ნარევი სხვადასხვა სახის მაპლასტიფიცირებელი დანამატების გამოყენება საშუალებას იძლევა მიზანდასახულად ვარეგულიროთ როგორც ბეტონის ნარევი, ასევე გამყარებული ბეტონის თვისებები.

როგორც ცნობილია, მაპლასტიფიცირებელი დანამატები გამოიყენება გასული საუკუნის 50-იანი წლებიდან. ძირითადად კი იყენებდნენ დაბალი აქტივობის სსბ და სდბ-ს სულფიტ-სპირტული ღურდოს და სულფიტ-საფუარს 0,15-0,25% ცემენტის მასიდან. მათი გამოყენებით ცემენტის ეკონომია ძირითადად 10%-ს შეადგენდა.

ქიმიზაციის ყველაზე ეფექტურ საშუალებას სუპერპლასტიფიკატორები წარმოადგენს, რომლებიც დიდი წარმატებით გამოიყენება რიგ ქვეყნებში, მათ შორის საქართველოში.

პირველად ეს დანამატი მიიღეს და გამოიყენეს იაპონიაში სახელწოდებით „მაიტი“, შემდეგ გერმანიაში „მელმენტი“, დიდ

ბრიტანეთში „კომპლასტ-1“, შვეიცარიაში „პლასტიმეტრი“ და სხვ.

რივი პლასტიფიკატორებისა: C-3, KM-30, НИЛ-20, K-7, 40-03, 10-03, ИХП-3 და სხვა დამუშავებულია რუსეთში, უკრაინაში, ბელორუსიაში, აზერბაიჯანში და სხვა ქვეყნებში.

აღსანიშნავია აზერბაიჯანის ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის და ბაქოს ნავთობ-ქიმიური პროცესების ინსტიტუტების მიერ ერთობლივად დამზადებული სუპერპლასტიფიკატორები, კერძოდ 40-03, ИХП-3, ИХП-4 და სხვ., რომლებიც ძირითადად ნავთობპროდუქტების ნარჩენებიდან არის დამზადებული.

მნიშვნელოვანია ა. ნადირაძისა და სხვების მიერ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საშენი მასალებისა და ნაკეთობების კათედრაზე საქართველოს ნედლეულისა და წარმოების ნარჩენების გამოყენებით, მაღალეფექტური, თანამედროვე მოთხოვნების მაპლასტიფიცირებული დანამატების დამზადება და გამოყენება ბეტონისა და რკინაბეტონის წარმოებაში.

დამზადებული იქნა ორი სახეობის სუპერპლასტიფიკატორი СПКС-1 და СПКС-2, სადაც ნედლეულად გამოყენებული იქნა რუსთავის მეტალურგიული ქარხნის კოქსოქიმიური წარმოების ნარჩენები – ქვანახშირის ფისი, გარდა იმისა, სულფიტ-საფუარი, ნატრიუმის სულფატი და წყალი.

ბეტონსარეგში ბეტონის ნარევის დამზადებისას დანამატი შეყვანილი უნდა იქნეს ასადულაბებელ წყალთან ერთად, 0,5-1%-მდე ცემენტის მასიდან, მშრალ მასაზე გადაანგარიშებით. ჩატარებული კვლევით სუპერპლასტიფიკატორის ოპტიმალური რაოდენობა გამოვიდა 0,8% ცემენტის მასიდან.

დანამატის გამოყენებისას მიზანშეწონილია წინასწარ დამზადდეს გადიდებული კონცენტრაციის წყალხსნარი, უპირატესად 10-20%-იანი, რომელიც უნდა მიეწოდოს წყლის მოცულობით ღეზატორში.

კვლევების შედეგების მიხედვით, ერთი და იგივე წყალცემენტის ფარდობისას სუპერპლასტიფიკატორის 0,8%-ის

რაოდენობით გამოყენება ზრდის ბეტონის ნარევის კონუსის ჩაჯდომას 2-3 სმ-დან 16-20 სმ-მდე. ასადულაბელებელი წყლის ხარჯის შემცირებით 15÷20%-ით მიიღწევა სიმტკიცის ზრდა მძიმე ბეტონისათვის 20-25%-ით. თუ სიმტკიცის ზრდა არ არის საჭირო, შესაძლებელია ცემენტის ხარჯის ეკონომია 18÷25%-ით. გარდა ამისა, სუპერპლასტიფიკატორის გამოყენებით მცირდება ვიბროლამუშავების ხანგრძლივობა, იზრდება, ბზარმდეგობა, ყინვაძედეგობა, შესბამისად კი – ბეტონისა და რკინაბეტონის ნაგებობების ხანგამძლეობა.

კერამზიტის მიღება მთის თიხოვანი ჯიშებიდან

(მკვლევართა ჯგუფი: ზ. ქარუმიძე, ლ. უბილავა)

საქართველოში სამშენებლო ინდუსტრიის სწრაფი ტემპით ზრდამ, ამ საკითხთან ცივილიზებული მიდგომის წინაშე დაგვაყენა, კერძოდ რაც ითვალისწინებს ახალი ტექნოლოგიების ათვისებას ბეტონის ტექნოლოგიაში. საზღვარგარეთული სტანდარტების გათვალისწინებით მსუბუქი და ზემსუბუქი ბეტონების საერთო წილის გაზრდას მთელი წარმოებული ბეტონის მოცულობაში, რაც რიგ უპირატესობებს გვაძლევს. როგორცაა შენობა-ნაგებობების მასის შემცირება, საიზოლაციო თვისებების გაუმჯობესება, სამშენებლო სამონტაჟო სამუშაოებზე, შრომაზე, ენერგეტიკულ რესურსებზე ხარჯების შემცირება და სხვ. თუ გავითვალისწინებთ, რომ მშენებლობის საერთო ღირებულების არა ნაკლებ 60% მოდის საშენ მასალებზე, მაშინ ახალი ტექნოლოგიებისა და მასალების დანერგვაზე, მათ სწორ შერჩევასა და გამოყენებაზე დიდად არის დამოკიდებული ნაგებობების ღირებულება. ამ მიზნით მსუბუქი და ზემსუბუქი ბეტონების წარმოება დღესდღეობით ფრიად აქტუალურია.

ხარისხიანი კერამზიტის ნედლეულის უქონლობა განაპირობებს მის წარმოებას მშრალი მეთოდით, ქვისებრი თიხოვანი მთის ჯიშების გამოყენებით. ეს მეთოდი ცნობილია და

მდგომარეობს ნახევარფაბრიკატის მომზადებაში, მსხვრევით, დახარისხებით საჭირო ფრაქციის მიღებამდე და შემდგომი გამოწვით, მბრუნავ ლუმელებში, გამოყენებული ნედლეულის მინერალოგიური შედგენილობის არაერთგვაროვნება, მათში არააფუებადი შენაერთების არსებობა არ იძლევა კერამზიტის ნაყარი სიმკვრივის შემცირების შესაძლებლობას. ამის გათვალისწინებით შევამოწმეთ შესაძლებლობა ნახევარფაბრიკატების მარცვლების ზედაპირის დამუშავებისა, კალციუმის ქლორიდით.

შესწავლილია ყვარლისა და ღურუჯის წარმოშობის მთის ჯიშები. ექსპერიმენტი მიმდინარეობდა ორი მიმართულებით. ერთ შემთხვევაში ნახევარფაბრიკატის გამოწვა წარმოებდა დაუმუშავებელი სახით, ხოლო მეორე შემთხვევაში დამუშავებული კალციუმის ქლორიდით. ნედლეულის გამოწვის შედეგები მოცემულია ცხრ. 1. ორივე შემთხვევაში გამოწვის მუდმივი ტემპერატურისას შეინიშნება კერამზიტის ნაყარი სიმკვრივის შემცირება. ამავე დროს ნედლეულის დამუშავებისას კალციუმის ქლორიდის ხარჯი უნდა შეადგენდეს ნედლეული მასის არა უმეტეს 2%, რადგან კალციუმის ქლორიდის ხარჯის შემდგომი ზრდა არანაირ ეფექტს არ იძლევა.

ცხრილი 1

წარმოშობა	ნახევარ ფაბრიკატის ფრაქცია მმ	კალციუმის ქლორიდის ხსნარის სიმკვრივე გ/სმ ³	ნედლეულის მასიდან კალციუმის ქლორიდის ხარჯი %-ში	გამოწვის ტემპერატურა °C	კერამ-ზიტის ნაყარი სიმკვრივი - მმ კგ/სმ ³
ღურუჯის	5-10	-	-	1100	473
თიხა-ფიქლები	5-10	1,24	2	1110	370

ცნობილია, რომ კალციუმის ქლორიდის მოქმედება სხვადასხვა ქანებზე არაერთგვაროვანია. თიხოვანი ფიქლების გამოყენების შემთხვევაში მიიღება საუკეთესო ეფექტი, მათი ნაყარი სიმკვრივე მცირდება 20-22%-ით. კალციუმის ქლორიდით

დამუშავებული კერამზიტის რენდგენოფაზურმა და ქიმიურმა ანალიზმა, მათ კრისტალურ ფაზაში და ქიმიურ შემადგენლობაში არავითარი ცვლილება არ აჩვენა. კერამზიტში ქლორიდის იონების რაოდენობა არ აღემატებოდა 0,18%-ს, ხოლო ელექტროქიმიურმა და კოროზიულმა კვლევებმა გვიჩვენა, რომ კალციუმის ქლორიდის დანამატი კერამზიტის წარმოებაში არმატურის კოროზიულ მედეგობაზე არ ახდენს ზეგავლენას. გამოკვლეულ იქნა ყვარლის რაიონი და ღურუჯის წარმოშობის ჯიშები.

კვლევები ჩატარდა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის საშენი მასალებისა და ნაკეთობების ლაბორატორიაში. სადაც დადასტურდა კერამზიტის ნაყარი სიმკვრივის საკმაო კლება 10-20% ზღვრებში. ამასთან კერამზიტის გამოსავლიანობა გაიზარდა 8-10%-ით, ხოლო საწვავის ხარჯი შემცირდა 10-12%-ით.

თიხა ფიქლების აფუებით მიღებული კერამზიტის ყველა ძირითადი მახასიათებელი აკმაყოფილებს სახელმწიფო სტანდარტის მოთხოვნებს სს 9759-96 „კერამზიტის ზრეში და ქვიშა“. შედეგები მოყვანილია ცხრილში 2.

ცხრილი 2

წარმოშობა	დამუშავების ხერხი	კერამზიტის ნაყარი სიმკვრივე კგ/მ ³ ფრაქციებით მმ				ღუმელის წარმადობა	საწვავის ხარჯი მ ³ კერამზიტზე	
		0-5	5-10	10-20	20-40			
ღურუჯის თიხა ფიქლები	I სინჯი	დამუშავებული	900	670	615	565	3,9	11,4
		დამუშავებული	670	540	495	450	4,24	102,2
	II სინჯი	დამუშავებული	800	610	565	565	-	-
		დამუშავებული	615	495	480	485	-	-

კერამზიტის ნედლეულის, თიხა-ფიქლებისა და თიხოვანი ჯიშების დამუშავება გამოწვამდე, საშუალებას გვაძლევს

შევამცირეთ მზა პროდუქციის ნაყარი სიმკვრივე საშუალოდ 13-18%-ით, ნედლეულის ხარჯი 4-10-ით, საწვავის ხარჯი 5%-ით გავზარდეთ გამოსაწვავი ლუმელის მწარმოებლობა, რაც საბოლოო ჯამში გვაძლევს საგრძნობ ეკონომიკურ ეფექტს.

ლითონის კონსტრუქციები და კოროზია

(მკვლევართა ჯგუფი: ო. ხაზარაძე, თ. გიორგაძე, გ. ერაგია)

ყველანაირი სახის ლითონის კონსტრუქციები განიცდიან გარემოსაგან გარკვეულ ზემოქმედებას. ეს ზემოქმედება შეიძლება იყოს მექანიკური ან ფიზიკო-ქიმიური.

მექანიკური ზემოქმედებანი და დატვირთვები, რომლებიც მოქმედებენ ლითონის კონსტრუქციებზე, აღძრავენ მათში ძაბვებს, რომელთა მნიშვნელობის განსაზღვრა შესაძლებელია მასალათა გამძლეობისა და სამშენებლო მექანიკის ცნობილი მეთოდებით.

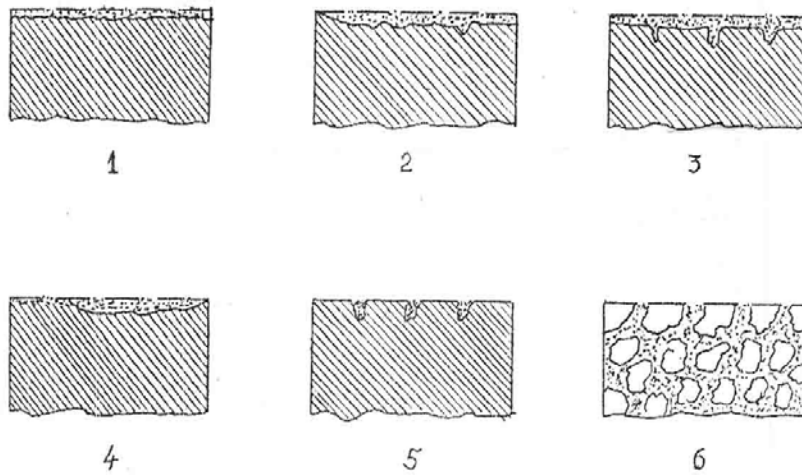
ლითონის კონსტრუქციების ექსპლუატაციის ხანმედეგობა დამოკიდებულია მასალის სიმტკიცეზე და მუშაობის საექსპლუატაციო პირობებზე. ნაგებობების ხანმედეგობის გაზრდა დამოკიდებულია ძირითადად უფრო მტკიცე მასალის გამოყენებაზე და კონსტრუქციების ახალი რაციონალური სამშენებლო დანერგვაზე. კონსტრუქციულ გადაწყვეტილებაში იგულისხმება ანტიკოროზიული სამუშაოების ჩატარებაც და მასთან ერთად უსაფრთხოების ტექნიკის პირობების მაქსიმალურად დაცვა.

კოროზიის პროცესის მიმდინარეობის სიჩქარე დამოკიდებულია ლითონის ხარისხსზე და აგრესიულ გარემოზე.

კოროზიისაგან მასალის რღვევის ძირითადი სახეებია: თანაბარი და ადგილობრივი.

კონსტრუქციის (ღეროს) სიმტკიცე განისაზღვრება შესუსტებული განიკვეთის მიხედვით. ყველაზე მეტად სახიფათოა კრისტალშორისი კოროზია. ასეთი კოროზიის დროს კრისტალებს შორის შეღწევისას ლითონის რღვევის პროცესი სწრაფად ვითარდება, რაც შესაბამისად იწვევს კონსტრუქციის რღვევას.

კრისტალშორის კოროზიას განიცდიან ლითონის სხვადასხვა შენადნობები: სამშენებლო ფოლადები, უჟანგავი მაღალქრომირებული ფოლადები, ნიკელქრომირებული ფოლადები, სპილენძალუმინირებული (დურალუმინი) და სხვა შენადნობები.



ნახ. მასალის კოროზიული რღვევების ტიპები:

- 1) თანაბრადგანაწილებული; 2) არათანაბრადგანაწილებული;
- 3) სტრუქტურულ-არჩევითი; 4) ლაქისებრი; 5) წერტილოვანი;
- 6) კრისტალშორისი.

სამშენებლო კონსტრუქციებში გამოიყენება როგორც ლითონის, ისე არალითონური მასალები. ლითონის მასალები შეიძლება იყონ სილიკატური ან ორგანული.

სამშენებლო კონსტრუქციებში ლითონის გამოყენებას დიდი ყურადღება ექცევა, განსაკუთრებით აგრესიულ გარემოში, ლეგირებული ფოლადების სახით. ფოლადში უმატებენ მალეგირილებელ მასალებს, როგორცაა სპილენძი, ნიკელი, ქრომი და სხვა. ეს მასალები ანიჭებენ ფოლადს კოროზიამდევობას.

ლითონების შენადნობების კოროზიული მდგრადობის შეფასება ხდება სახელმწიფო სტანდარტების მიხედვით, ათბალიანი შკალით (იხ. ცხ. 1).

ცხრილი 1.

მდგრადობის ჯგუფი	კოროზიის სინქარე მმ/წელიწადი	ბალი
1. მდგრადი (სრულყოფილი)	0,001 ნაკლები	1
2. საკმაოდ მდგრადი	0,001-დან-0,005-მდე	2
	0,005-დან -0,01-მდე	3
3. მდგრადი	0,01-დან -0,05-მდე	4
	0,05-დან-0,1-მდე	5
4. დაქვეითებული მდგრადი	0,1-დან-0,5-მდე	6
	0,5-დან-1,0-მდე	7
5. ნაკლებად მდგრადი	1,0-დან-5,0-მდე	8
	5,0-დან-10,0-მდე	9
6. არამდგრადი	>10-ზე მეტი	10

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე შეიძლება დავასკვნათ განსაკუთრებულ შემთხვევაში ლითონის კონსტრუქციების მასალად გამოიყენება მაღალლევირებული ფოლადები, ალუმინის შენადნობები, ტიტანის შენადნობები და სხვა. ეს ძვირად ღირებული მასალები, ანუ მაღალლევირებული ფოლადები გამოიყენებიან მაღალ აგრესიულ გარემოში. ეს ფოლადები გამოირჩევიან უდიდესი ქიმიური მედეგობით, რაც ახანგრძლივებს ლითონის კონსტრუქციების საექსპლუატაციო ვადებს.

მინაბაკეტები მშენებლობაში

(მეცნიერ-მკვლევარი თ. ხმელიძე)

თანამედროვე მშენებლობის ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებას წარმოადგენს შუქგამტარი კონსტრუქციების დახვეწა და დანერგვა, რადგანაც ფანჯრებსა და შუქფარნებს შენობის გარე შემომზღუდავი ელემენტების მნიშვნელოვანი ფართობი უჭურავთ, ამავე დროს ისინი უდიდეს როლს თამაშობენ სათავსის შიგნით მომუშავე ადამიანების შემოქმედებითი მოღვაწეობის საუკეთესო

პირობების შექმნაში. აგრეთვე ფასადებისა და ინტერიერების არქიტექტურულ გადაწყვეტებში.

შუქგამტარი კონსტრუქციების დახვეწის ერთ-ერთ გზას წარმოადგენს მშენებლობაში უფრო ეფექტური მასალების და ნაკეთობების დანერგვა, რომელსაც მიეკუთვნება მინაპაკეტები.

ბოლო სტატისტიკური მონაცემებით საქართველოში ამჟამად ყოველწლიურად მზადდება დაახლოებით 2 მლნ მ² ფართობის მინაპაკეტები, ხოლო დასავლეთ ევროპაში მათი წარმოება უახლოვდება 60 მლნ მ²-ს.

პირველი მინაპაკეტები დამზადებული იქნა გერმანიაში 1934 წელს სახელწოდებით „კულო“, რომელსაც წარმატებით იყენებდნენ რკინიგზის რონოდების შემინვისათვის. ამჟამად ამ პროდუქციის მწარმოებელი ცნობილი ფირმებია: „პოლიგლასი“, „კულო“, „დეტაგი“, „ფლაჩგლასვერკი“, „ტერპოპანი“ (გერმანია); „სუპერტრივერი“, „სან-გობენი“, „ტეჟე“ (საფრანგეთი); „გლავერბელი (ბელგია); „ლახდენ ლასოზიომო“ (ფინეთი); „ლიბეი ოუენს ფორდ გლასს“, „ტვინდოუ ინსილაიტინგ გლას ეიდჟი“ (აშშ), „ნიპონ შიტ გლას“ (იაპონია); „კიულმერგლასი“, „ბუსტრონიკი“ (შვეიცარია), „დვოჟსკლო“ (ჩეხეთი); „ხუნგაროპანი“ (უნგრეთი); „ოზოვიტი“ (რუმინეთი), „ავტოსტეკლო“, „ტექსტეკლო“ (რუსეთი) და სხვ.

კონსტრუქციული გადაწყვეტისა და დამზადების მეთოდის მიხედვით არსებობს დაწებებული, ნარჩილი და შენადული მინაპაკეტები.

ნარჩილ მინაპაკეტებში განივ ჩარჩოდ გამოიყენება ტყვიის შენადნობისაგან დამზადებული ლარტყა (ზოლი), რომელიც ჩაისმება მინაპაკეტის კონტურის გასწვრივ და მიერჩილება ორივე მინას მაღალ ტემპერატურაზე სპეციალური სარჩილავის გამოყენებით, ხოლო შენადულ მინაპაკეტებში ხდება კონტურის (კიდეების) გაცხელება მაღალ ტემპერატურაზე და შემდგომში მინის ფორმირება და შედუღება.

საქართველოში ამჟამად გამოიყენება მხოლოდ დაწებებული მინაპაკეტები.

მეტალოპლასტმასის კარ-ფანჯრების დამამზადებელ ფირმაში „ელიტა“, რომელსაც უკვე 5 წლიანი სტაჟი აქვს, მზადდება

დაწებებული მინაპაკეტი ცივი მეთოდით. ასეთი მინაპაკეტების დამზადების ტექნოლოგიური ციკლი შედგება შემდეგი ძირითადი ოპერაციებისაგან:

- მინის დაჭრა, გარეცხვა და გამრობა;
- ალუმინის ლარტყის პროფილების დაჭრა და მათი ზედაპირების გასუფთავება ცხიმისაგან;
- ალუმინის ლარტყის დაჭრილი პროფილების გავსება სილიკოგელის (SILICA GEL) ტენმშთანთქავი ფხვნილით და ჩარჩოს აწყობა პლასტმასის სპეციალური კუთხედების („კლიფსების“) გამოყენებით;
- პაკეტის აწყობა მინებისა და გამზადებული ალუმინის ლარტყის ჩარჩოების საშუალებით;
- მინაპაკეტის კონტურის შევსება ტიოკოლის ჰერმეტიკის (Kafplast-400) გამოყენებით;
- ტიოკოლის „ჰერმეტიკის“ ვულკანიზაცია ბუნებრივ პირობებში ან თერმოკარადაში 60°C ტემპერატურაზე.

ტიოკოლის „ჰერმეტიკის“ მომზადება წარმოებს საამქროში თეთრი (კომპონენტი A) და შავი (კომპონენტი B) მასების შერევით, თანაფარდობით 1:10 ბუნებრივ პირობებში მასის გამყარებისათვის საკმარისია 2 საათი.

ტენმშთანთქავი ფხვნილით გავსებული ალუმინის ლარტყის ჩარჩოს გამოყენება უზრუნველყოფს ტიოკოლის „ჰერმეტიკის“ მექანიზებულ წასმას და მინაპაკეტში შემთხვევით დარჩენილი ტენის შთანქმას, რაც გამორიცხავს მინაპაკეტის შიგნიდან დაორთქვლას.

დაწებებული მინაპაკეტები შეიძლება დამზადდეს ორფენიანი და სამფენიანი. საქართველოს კლიმატური პირობებისათვის საკმარისია ორფენიანი მინაპაკეტები, ხოლო სამფენიანები გამოიყენება უკიდურეს ჩრდილოეთში განთავსებული ქვეყნებისათვის, სადაც მეტად აქტიურად დგას დღის წესრიგში სათავსების გარე კარ-ფანჯრების თბოიზოლაცია.

მინაპაკეტების თბოიზოლაცია პირდაპირპროპორციულ დამოკიდებულებაშია მის სისქესთან. პრაქტიკაში ძირითადად გამოიყენება 20 მმ სისქის მინაპაკეტები, რომელიც შედგება ორი ფენა

4 მმ-იანი მინებისა და 12 მმ სისქის ალუმინის ლარტყისაგან. იშვიათად ხმარობენ 6 და 9 მმ სისქის ლარტყებსაც.

პრაქტიკული გამოცდილებიდან გამომდინარე, 20 მმ სისქის პაკეტის (მინები სისქით 4+4 მმ.) ზედაპირის მაქსიმალური ფართობი მიზანშეწონილია არ აღემატებოდეს 4 მ²-ს, თუ პაკეტში ერთი ფენა მინის სისქეა 6 მმ, მაშინ – 6მ²-ს.

ტიოკოლის მასა გამყარებულ მდგომარეობაში წააგავს კაუჩუკს, რაც მშვენიერად იცავს მინაპაკეტს ტემპერატურული გაფართოების დროს წარმოშობილი ძაბვებისაგან და ვიბრაციული დატვირთვებისაგან.

ზედაპირული წყლების ქიმიური და ბიოლოგიური დაბინძურების პრობლემები აჭარის რეგიონში

(მეცნიერ-მკვლევარი ნ. ასანიძე)

წყლის დაბინძურება თანამედროვეობის ერთ-ერთი სერიოზული პრობლემაა. თუ ატმოსფეროს ცვლილება ჯერ-ჯერობით მხოლოდ პოტენციურ საშიშროებას უქმნის ბიოსფეროს, კონტინენტური და ოკეანური წყლების გაბინძურება, შეიძლება ითქვას, ჩვენი ყოველდღიური საზრუნავია.

მსოფლიო ოკეანე, რომელსაც დედამიწის ზედაპირის თითქმის 70% უკავია, მილიონი წლების მანძილზე გიგანტური საფილტრაციო სისტემის როლს ასრულებდა, მაგრამ ამ ფუნქციას იგი თანდათან კარგავს, რადგან არ ძალუძს გადაამუშავოს აურაცხელი შხამქიმიკატი, სარეცხი საშუალება, პლასტიკური მასა, რომლის დიდი ნაწილი მისთვის ბოლო დრომდე უცხო იყო.

150-200 წლის წინათ წყლის პრობლემა ჯერ კიდევ არ იდგა კაცობრიობის წინაშე. XXI საუკუნის დასაწყისში სულ უფრო მძაფრად ვლინდება მტკნარი წყლის დეფიციტი, რაც ძირითადად გამოწვეულია ზედაპირული წყლების გაჭუჭყიანებით, რაც თავის მხრივ, ზოგადად პლანეტაზე ეკოლოგიური მდგომარეობის გაუარესების შედეგია, ეს უკანასკნელი კი მრეწვე-

ლობის და სოფლის მეურნეობის განვითარების, სოციალური ფონის გაუარესებისა და ბუნებრივი რესურსების არარაციონალური გამოყენების შედეგია.

პრაქტიკულად ყველა ტოქსიკური ნივთიერება, წარმოდგენილი სოფლის მეურნეობის, მრეწველობის, ტრანსპორტის, კომუნალური მეურნეობის, ენერგეტიკის განვითარების თანამედროვე მდგომარეობით, ჰიდროსფეროში ხვდება; ისინი წყლის ჰიდროლოგიური რეჟიმის რღვევას და ცოცხალი ორგანიზმების საარსებო პირობების გაუარესებას იწვევენ. სხვა ნივთიერებებს შორის აღსანიშნავია ტყვია, რომლის ერთ-ერთი წყარო ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვია. ვარაუდობენ, რომ ჰიდროსფეროში ყოველწლიურად 25000 ტონა ტყვია ხვდება. ვერცხლისწყლის წლიურმა მსოფლიოს წარმოებამ დიდი ხანია გადააჭარბა 10000 ტონას, აქედან მხოლოდ 20% გამოიყენება მრეწველობაში, დანარჩენი კი გარემოში იფანტება. ამის გარდა 3000 ტონამდე ვერცხლისწყალი წიაღისეული სათბობის წვისას გამოიყოფა. აქედან ოკეანეში 5000-მდე ტონა ხვდება.

სოფლის მეურნეობაში ფართოდ გამოყენებული ნიტრატებითა და ფოსფატებით ჰიდროსფეროს გაბინძურება ერთ-ერთი სერიოზული პრობლემაა. არსებული მონაცემებით აშშ-ში ნიტრატების წლიური წარმოება დაახლოებით 10 მილიონ ტონას შეადგენს, რაც აღემატება ბუნებრივი ბიოქიმიური პროცესების შედეგად სინთეზირებულ ნაერთებს.

ფოსფატების წყარო, სოფლის მეურნეობის გარდა, სარეცხი საშუალებების წარმოება და გამოყენებაცაა. XX საუკუნის 80-იანი წლების მონაცემებით აშშ-ის ქალაქების ჩანარეცხი ერთ სულ მოსახლეზე წელიწადში 0,75-დან 2 კგ-მდე მინერალურ ფოსფორს შეიცავდა.

ნახშირწყალბადები კონტინენტური და ოკეანური წყლების გაბინძურების მნიშვნელოვანი წყაროა. ნავთობის მოპოვებასთან ერთად ამას ხელს უწყობს მისი ტრანსპორტირება და ნავთობპროდუქტების მრავალმხრივი გამოყენება. დღეს ზღვებში ყოველწლიურად 1 მილიარდზე მეტი ტონა ნავთობი ტრანსპორტირებს, რომლის 0,1-0,2% ოკეანეში მეტ-ნაკლებად „ლეგალურად“ ხვდება ტანკერების რეცხვისას გემის განტვირთვის შემდეგ. ამ

მხრივ ერთ-ერთი ყველაზე გაბიძურებული რეგიონი ლამანში და პა-დე-კალეს სრუტეებია. აქ ყოველწლიურად 300-მდე გემი გადის, რომელთა დიდი ნაწილი ბალასტიან წყალს ოკეანეში ღვრის. არანაკლებ საშიშია ზრვაში ნავთობის ჭაბურღილების მწყობრიდან გამოსვლა. რამადის მონაცემებით, მსოფლიო ოკეანეში სხვადასხვა მიზეზით საშუალოდ 10 მილიონი ტონა ნავთობი ხვდება წელიწადში. შავ ზღვაში ნავთობის კონცენტრაცია ხშირად 1 მგ/ლ-ს შეადგენს.

ორგანულ სინთეზირებულ ნაერთებს შორის დიდი მნიშვნელობა აქვს სარეცხ საშუალებებს, პესტიციდებს, პოლიქლორბიფენოლებს, ფენოლებს, პლასტმასის ნაწარმს. სარეცხი საშუალებები შეიცავს აქტიურ ნაერთებს, დეტერგენტებს და დამატებით ინგრედიენტს, არომატულ ნივთიერებებს, მათეთრებელ საშუალებებს, რომლებიც მაღალი ტოქსიკურობით გამოირჩევა. მდინარეებში მოხვედრილი დეტერგენტები ხშირად ძლიერ ქაფდება, ისე რომ წყლის ზედაპირზე გადაკრული ქაფის სქელი ფენა თევზებისა და სხვა ჰიდრობიონტების მასობრივ გაგუდვას იწვევს.

პესტიციდების შესახებ დღეს ბევრი იწერება. მათი წარმოება და გამოყენება დიდ საშიშროებას უქმნის ჰიდროსფეროს. მათი ნარჩენებით ბინძურდება ზღვები და კონტინენტური წყლები. ტყეებისა და სასოფლო-სამეურნეო კულტურების დამუშავება ხელს უწყობს ტოქსიკური ნივთიერების დაგროვებას ნიადაგის ზედა ფენებში, საიდანაც ისინი წვიმისა და გრუნტის წყლებით მდინარეებში ჩადიან. აქტიურ ნივთიერებათა დიდი ნაწილი ატმოსფეროში გადადის, სტრატოსფერული ნაკადებით ვრცელდება და ნალექთან ერთად ოკეანეში ხვდება. პესტიციდების დიდი ნაწილი აქტიურად ერთვება კვებით ჯაჭვებში, რაც ხშირად მტაცებელი თევზებისა და ფრინველების ინტოქსიკაციას იწვევს.

პოლიქლორბიფენოლების (პქბ) მოლეკულური სტრუქტურა ახლოა დღტ-სთან. ისინი უპირატესად პლასტმასის წარმოებაში გამოიყენება. პქბ-ს ვხვდებით როგორც ტბებში, ისე ოკეანურ წყლებში. შვედი მეცნიერების მონაცემებით, ზღვის ფრინველების ინტოქსიკაცია პქბ-ით ბოლო წლებში საგრძნობლად იზრდება. ანალოგიური სურათი შეინიშნება ბალტიისა და ჩრდილო ზღვების

თევზებსა და წყლის ძუძუმწოვრებში (ზვიგენი, ქაშაყი, ორაგული, სელაპი).

სხვა ზღვების ანალოგიურად, შავი ზღვა ძლიერაა გაბინძურებული ანთროპოგენური ნივთიერებებით. ყოველწლიურად აქ რამდენიმე ათასი ტონა ბიოგენური, 1,2-2 მლნ ტონა ორგანული ნივთიერება ჩადის, შავ ზღვაში გოგირდწყალბადის კონცენტრაცია მატულობს, რაც პირველ რიგში ორგანულ ნივთიერებებთანაა დაკავშირებული.

აღსანიშნავია, რომ ბოლო წლებში ეკოლოგიური სიტუაცია აჭარის დაბალ ზონაში, ბათუმში, ქობულეთსა და ხელვაჩაურის რაიონებში საკმაოდ გაუმჯობესდა, რაც მრეწველობის ძალიან დაბალი მარგი ქმედების კოეფიციენტითაა განპირობებული, ნავთობგადასამუშავებელი და მანქანათსაშენი ქარხნების ნახმარი წყლების ზღვაში ჩადინების პრაქტიკულად შეწყვეტამ თითქმის ნორმამდე დაიყვანა მძიმე მეტალების და ნავთობპროდუქტების შემცველობა (კადმიუმი, ექსვალენტური ქრომი, ნიკელი და სხვა), მაგრამ ნელ-ნელა წარმოქმნება ზღვის წყლის გაჭუჭყიანების სხვა წყაროები, რომელთა აღკვეთაა საჭირო. მხედველობაში გვაქვს ასე მომრავლებული პრიმიტიული სამრეცხაოები, ავტოსესალები საამქროები. თუ ავტოსამრეცხაოები მოქმედი გამწმენდი სქემით იმუშავებენ, მალე მათგან ჩადენილი ნავთობპროდუქტებით გაჯერებული წყალი, საბოლოო ჯამში, ალბათ გაუტოლდება ნავთობქარხნის ჩანადენებს, რასაც იგი პიკური დატვირთვით მუშაობის დროს ზღვაში უშვებდა.

თუ ქიმიურად მძიმე მეტალების მხარე არ არის პრობლემა, მნიშვნელოვანია ფენოლების ჩადინების პრობლემა შავ ზღვაში. უკანასკნელ წლებში ფენოლების კონცენტრაცია არის 0,15 მგ/ლ – 0,3 მგ/ლ-მდე. ფენოლების დასაშვები კონცენტრაცია კი არის 0. ეს ძალიან მაკნე და სიცოცხლისათვის საშიში ნივთიერებაა. ამის გარდა, შავ ზღვაში გაჩნდა ძალიან ბევრი ნავთობპროდუქტი, რომელთა ოდენობა დასაშვებ ნორმაზე 50-100-ჯერ მეტია.

გაჩნდა პრობლემები მდინარეებშიც (განსაკუთრებით აჭარისწყალი, კინტრიში). ისინი დაბინძურებულია გაუწმინდავი ფეკალური მასისაგან, შხამქიმიკატებისაგან და ა.შ. თუ წინათ ვიცოდით და შხამქიმიკატებთან გვქონდა საქმე, დღეს სოფლის

მეურნეობაში უმეტესად ულიცენზიო პროდუქტების მოხმარება ხდება. ამის მაგალითია ის, რომ 40 წლის წინათ ხმარებიდან ამოღებული **დღტ** ისევ გაჩნდა, როგორც შხამქიმიკატი. შავი ზღვის ქიმიური და ბიოლოგიური დაჭუჭყიანების გამომწვევი მიზეზი მრავალია, ამათგან მნიშვნელოვანია: გამწმენდი ნაგებობები თავის დროზე აშენდა არასწორად. ბარცხანის, ნებზესა და მახინჯაურის კანალიზაციები პირდაპირ ზღვაში ჩაედინება, რამაც მკვეთრად გააუარესა ზღვის მდგომარეობა. ჭოროხის მარჯვენა შესართავიდან მახინჯაურამდე ბიოლოგიური ინდექსი კოლიტიტრი (კოლიტიტრი 1 სმ³ ბაქტერიების რაოდენობა) შეადგენს რამდენიმე მილიონს, როცა მისი ოდენობა უნდა იყოს მაქსიმუმ 10000, შესაბამისად არის გაზრდილი კოლინდექსი (1 კუბურ მეტრში მუცლის ჩხირის რაოდენობა); უნდა იყოს 3, გვაქვს კი 15-30.

შედარებით უკეთესი მდგომარეობაა, მაგრამ არადაამაკმაყოფილებელი, გინიო-კვარიათში (კოლინდექსი 5-დან 10-მდე). ეს მონაცემები ვერ გვარწმუნებს იმაში, რომ დღეისათვის ზღვა არის ბიოლოგიურად ჯანმრთელი. ბათუმისა და ფოთის ნავსადგურებთან მიმდებარე ზღვისპირა წყლებში ფენოლისა და ნავთობპროდუქტების შემცველობა დასაშვებ ნორმას 40-50-ჯერ აღემატება. ნავთობპროდუქტებით დაბინძურებულია მთელი აჭარის სანაპირო, ასევე სანაპიროს ზონა მდ. რიონის შესართავიდან ოჩამჩირემდე. მთელს საზღვაო აკვატორიაში საგრძნობლადაა მომატებული მანე ორგანული ელემენტებისა და აზოტის ნაერთების კონცენტრაცია. წყლის ძლიერი ტოქსიკური დაბინძურებისა და ნაწილობრივ მისი ქიმიური შედგენილობის შეცვლის შედეგად ადგილი აქვს ზღვის ბიოლოგიური რესურსების გაღარიბებას.

შავი ზღვის აუზში: მდინარე ყვირილა ბინძურდება ნავთობპროდუქტებითა და მანგანუმის იონებით.

მდინარე რიონი და მისი შენაკადი ოლასყურა ქუთაისის ქვემოთ ბინძურდება ნავთობპროდუქტებით, თუთიისა და სპილენძის იონებით (ქიმიური მრეწველობა, მანქანათმშენებლობა, ელექტროტენიკური მრეწველობა);

მდინარე ტყიბულა ქ. ტყიბულის ქვემოთ ბინძურდება შეწონილი ნაწილაკებით (ქვანახშირის მრეწველობა).

მდ. გუბისწყალი და შავი ზღვის სანაპირო ზოლი ბათუმთან ბინძურდება ნავთობპროდუქტებით.

მდინარეთა დაბინძურების ერთ-ერთ ძირითად წყაროს წარმოადგენს სასუქებისა და შხამქიმიკატების არასწორი გამოყენება, ნიადაგიდან სასუქი მდინარეებში ხვდება და აბინძურებენ მათ. მაგ. ჩაის პლანტაციებში უზომო რაოდენობით სასუქის შეტანა იწვევს მდინარე ნატანების დაბინძურებას.

შხამქიმიკატებიდან ყველაზე გავრცელებულია დღტ და ჰექსაქლორანი. მართალია, ეს ნივთიერებანი ამოღებულია ხმარებიდან, მაგრამ რამდენადაც ისინი წარმოადგენენ მდგრად ორგანულ დამაბინძურებლებს, მათი შემცველობა 1997 წელს აღინიშნებოდა შემდეგ მდინარეებში: ჭოროხი (ერგესთან) – 0,12 მგ/ლ; ენგური (დარჩელთან) – 1,13 მგ/ლ.

ჰექსაქლორანის ყველაზე მაღალი კონცენტრაციებია მდინარეებზე:

ჭოროხი (ერგესთან) – 0,400 მგ/ლ; ენგური – 0,3 მგ/ლ.

წყლის ბიოლოგიური გაბინძურების ერთ-ერთი სავალალო შედეგი ევტროფიკაციაა. იგი მდგომარეობს ჰიდრობიონტების ბიოლოგიური პროდუქტიულობის მკვეთრ ზრდაში. ბიოლოგიური ელემენტების დაგროვების შედეგად სასუქის ნაკელის, სასოფლო-სამეურნეო ნარჩენების მატება ფიტომასის ზრდას იწვევს, რაც კვებითი ჯაჭვის შემდგომი რგოლების კიბოსნაირთა, თევზების და სხვათა მასობრივ გამრავლებას უწყობს ხელს. ამას მოსდევს ჟანგბადის დეფიციტი და გოგირდწყალბადის დაგროვება, რის შედეგადაც წყალსატევი სიცოცხლისათვის თანდათან უვარგისი ხდება.

ბუნებრივია, წყალში მოხვედრილი მრავალი ტოქსიკანტი არცთუ იშვიათად მცენარეებისა და ცხოველების ორგანიზმში ხვდება და კვებითი ბალებით ვრცელდება. ამ მოვლენას შესაძლოა მეტად მძიმე შედეგები მოჰყვეს.

მოყვანილი მასალა საყურადღებოა და დამაფიქრებელი. ცხადია, რომ ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარება გადაუღებელი ამოცანაა. ამისათვის კი აუცილებელია შემდეგი ღონისძიებების გატარება:

1. შავი ზღვის სანაპიროს დაბინძურების თავიდან აცილების უზრუნველსაყოფად უნდა დაჩქარდეს ბათუმის კანალიზაციის გამწვანების ნაგებობების მშენებლობა თანამედროვე ტექნოლოგიების გამოყენებით.

2. შესაბამისმა სამსახურებმა უნდა უზრუნველყონ ზედაპირული წყლების (მდინარეები, ზღვა, ტბები) ბიოლოგიური და ქიმიური მდგომარეობის მუდმივი მონიტორინგი.

3. უნდა აღდგეს და თანამედროვე ტექნოლოგიებით აღჭურვოს შავი ზღვის ჰიდროლოგიური სადგურები ბათუმსა და ქობულეთში. განხორციელდეს უწყვეტი მონიტორინგი ტალღის პარამეტრებზე და ზღვის დონის რეგულაციაზე. შეიქმნას მობილური სამსახური, რომელიც მონიტორინგს გაუწევს აჭარის შავი ზღვის სანაპირო ზონაში მიმდინარე რთულ მორფოდინამიკურ პროცესებს.

მინაპლასტიკის ტალღოვანი ფურცლები

(მკვლევართა ჯგუფი: თ. ხმელიძე, გ. გურეშიძე, ა. სოხაძე)

თერმორეაქტიული პლასტმასების ძირითად სახეობას წარმოადგენს მინაპლასტიკი, რომელიც ყველაზე მეტად პასუხობს იმ მოთხოვნებს, რომლებიც კონსტრუქციულ პოლიმერულ მასალებს წაყენება. მინაპლასტიკი არის ძნელად წვადი მასალა. პრაქტიკაში გვხვდება გამჭირვალე და გაუმჭვირი სახით.

მინაპლასტიკი ტრადიციულ სამშენებლო მასალებთან შედარებით მცირე მოცულობითი წონისაა (1,5...1,9 ტ/მ³), რაც მის დიდ სიმტკიცესთან შეხამებული, კონსტრუქციების სამსუბუქის საწინდარია და სეისმომდებურ მშენებლობაში გამოყენების მიზანშეწონილობას განაპირობებს.

მშენებლობაში განსაკუთრებით ფართო გამოყენება ჰპოვა ფურცლოვანმა პოლიეთერულმა მინაპლასტიკებმა, რომლებშიც მაარმირებლად გამოყენებულია ქაოსურად განლაგებული დანაწევრებული ან გარკვეული მიმართულებით ორიენტირებული

უწყვეტი მინის ბოჭკოები. მინაპლასტიკებით გადახურვა მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ინდუსტრიულ რაიონებში განლაგებულ სამრეწველო შენობებში, რადგანაც ასეთ რაიონებში, ატმოსფერული ჰაერის აგრესიულობის გამო, ფურცლოვანი ფოლადი ან აზბესტცემენტის ფურცლები სწრაფად ექვემდებარება კოროზიას და გამოდის წყობიდან. ქიმიურად აგრესიულ გარემოში მინაპლასტიკები, მერქანთან ერთად, შეუცვლელი მასალაა.

მინაპლასტიკის ტალღოვანი ფურცელი გამოიყენება, როგორც ცალკე, ისე სხვა მასალებთან კომბინაციაში. იგი კარგი მასალაა სხივგამტარი სახურავების ან ლიობების მოსაწყობად, შვეული გარე მოპირკეთებისათვის, ფასადების არქიტექტურაში, ტიხრების და მანათელები ჭერების მოსაწყობად, კიბისა და ლიფტის შახტების შემოსაღობად, საზაფხულო კაფე-სასადილოების, სავაჭრო ობიექტების, ზრვისპირა ნაგებობების სატრანსპორტო მაგისტრალზე სწრაფი მომსახურების ობიექტებისათვის და სხვ.

საზღვარგარეთის მშენებლობაში მინაპლასტიკების გამოყენების წილი იცლება 15%-დან (აშშ) 48%-მდე (იტალია). საქართველოში მინაპლასტიკების წარმოება არა გვაქვს, თუმცა მიმდინარეობს გაძლიერებული სამეცნიერო-კვლევითი და პრაქტიკული მუშაობა ხარვეზის შესავსებად.

ცემენტის მინერალოგიური შედგენილობის გავლენა დულაბის სიმტკიცეზე და დეფორმაციულობაზე

(მკვლევართა ჯგუფი: მ. ტურძელაძე, თ. ნარეკლიშვილი, ი. ხერგიანი)

ცემენტის მინერალოგიური და ქიმიური შემადგენლობის გავლენა ბეტონისა და დულაბის სიმტკიცეზე და დეფორმაციულობაზე ძალზე საინტერესო საკითხია ბეტონმცოდნეობაში და აქვს როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული მნიშვნელობა.

აღნიშნულ საკითხს მრავალი მეცნიერი იკვლევდა. მათ შორის ყოფილ საბჭოთა კავშირში ისეთი ცნობილი ბეტონმცოდნეები, როგორებიც იყვნენ პროფესორები ა. შეიკინი, ა. სატალკინი,

ს. შესტოპეროვი, ზ. წილოსანი, და სხვები. ისინი ატარებდნენ ცდებს ცემენტის სახეობის გავლენის დადგენის მიზნით ბეტონის სიმტკიცეზე და დეფორმაციულობაზე კუმშვის დროს.

ამ მიზნით ამზადებდნენ ბეტონებს სხვადასხვა სახეობის ცემენტებისაგან. დეფორმაციის სიდიდეები დატვირთვის ინტენსიურობაზე დამოკიდებულებით $\epsilon=0,45R_{\text{კვ}}$ და ზოგიერთი მექანიკური მახასიათებელი მოყვანილია ცხრილი №1-ში.

ცხრილი 1

ცემენტის სახეობები	დეფორმაცია		$R_{\text{კვ}}$ კგ/სმ ²	E კგ/სმ ²	E/R _{კვ}	ასაკო დღ-ში
	მოყვანი	დღე				
პორტლანდცემენტი	54,4	46,0	296	289000	1000	49
თიხამიწოვანი	35,4	33,4	286	390000	1350	82
პუცოლანური	36,3	30,2	246	222000	1500	21

როგორც ამ ცხრილიდან ჩანს, დატვირთვის ერთნაირი ინტენსიურობის პირობებში სხვადასხვა ცემენტებზე დამზადებული ნიმუშებისათვის დეფორმაციები სხვადასხვაა, რის გამოც მიიღება დრეკადობის მოდულის სხვადასხვა მნიშვნელობები. ყველაზე დიდი ფარდობითი მნიშვნელობა მიიღეს ავტორებმა პუცოლანური პორტლანდცემენტისათვის.

დადგენილია, რომ ცემენტის შედგენილობა გავლენას ახდენს ბეტონის სიმტკიცეზე და დეფორმაციულობაზე, როგორც მისი კუმშვისას, ასევე გაჭიმვისას. ცემენტის სახეობის გავლენა ბეტონის სიმტკიცეზე და დეფორმაციულობაზე ძალიან მწირად არის შესწავლილი.

ექსპერიმენტები ტარდებოდა ცემენტ-ქვიშის ხსნარისაგან დამზადებულ კოჭოვან ნიმუშებზე, რომელთა კვეთის ზომები იყო 20X30 მმ და სიგრძე 180 მმ; ნიმუშები გამოიცდებოდა ღუნვაზე ერთი შეყურსული ძალის მოქმედებით, რომელიც მოდებული იყო

მალის შუაში. კოჭის დაყრდნობა თავისუფალია. კოჭის ძალი $l = 160$ მმ;

კოჭების გამოცდა წარმოებდა სპეციალურ დანადგარზე, რომელიც დამუშავებული და განხორციელებულ იქნა საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის სამშენებლო მექანიკისა და სეისმო-მედეგობის ინსტიტუტის ბეტონების ფიზიკურ-ქიმიური მექანიკის განყოფილებაში. ნიმუშების დატვირთვა მიმდინარეობდა ისეთი სქემით, რომელიც საშუალებას იძლეოდა დიდი სიზუსტით შენარჩუნებულიყო დატვირთვის წინასწარ მოცემული სიჩქარე თვით ნიმუშების რღვევამდე.

ექსპერიმენტების შედეგად განსაზღვრული იქნა კოჭების მრღვევი დატვირთვა ღუნვის დროს და გაჭიმული ბოჭკოს დეფორმაცია. გაჭიმული კოჭის დეფორმაციის გაზომვა ხდებოდა ტენზომეტრით.

ცხრილი 2

ცემენტის ქიმიური და მინერალოგიური შედგენილობა

ცემენტის დასახელება	ცემენტის ქიმიური შედგენილობა						ცემენტის მინერალოგიური შედგენილობა			
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
ცემენტი (კ)	19,82	7,05	4,01	61,00	3,32	3,36	48	25	14	12
ცემენტი (თ)	24,52	6,60	0,40	67,00	0,60	0,40	41,01	37,15	4,56	11,95
ცემენტი (ა)	26,46	7,44	4,78	56,88	1,12	1,54	58,56	16,02	9,75	14,98

- შენიშვნა: (კ) – კასპის ცემენტის ქარხნის ცემენტი
 (თ) – თაუზის ცემენტის ქარხნის ცემენტი
 (ა) – არაგაცის ცემენტის ქარხნის ცემენტი

ცემენტის გამოცდების შედეგები

ცემენტის სახეობა	გამოცდის თარიღი	ცემენტის ცომის ნორმალური ხისქე	შეკვრის ვადები		დაფქვის სიწმინდე %		დუღაბის სიმტკიცის ზღვარი კგ/სმ ²					
			დასაწყისი	დასასრული	ნარჩენი საცერზე №0,08	გაფიდა საცერში 4900	გაჭიმვა			შეკუმშვა		
			სი/წთ	სი/წთ			3 დღე	7 დღე	28 დღე	3 დღე	7 დღე	28 დღე
ცემენტი (კ)	2005წ. IX	25,6	2-25	4-50	6	93,6	18,7	24,9	32,2	220,6	305,4	404,5
ცემენტი (თ)	2005წ. IX	24,7	1-50	3-50	11	87,6	12,6	15,8	26,9	172,1	230,8	340,1
ცემენტი (ა)	2005წ. IX	28,7	2-35	4-40	9,5	91,55	21,3	29,8	34	244	335	435,5

მსუბუქი ბეტონებში ცემენტის ქვის და ფოროვანი შემცველის ურთიერთდამოკიდებულება

(მკვლევართა ჯგუფი: გ. ხახუტაშვილი, მ. ჯავახიშვილი)

მშენებლობაში მსუბუქი ბეტონების ფართოდ გამოყენების დადებით მხარეები საკმაოდ არის ცნობილი. მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები და ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები, საფუძველს იძლევა, რომ ის ჩაითვალოს ერთ-ერთ ძირითად და პერსპექტიულ სამშენებლო მასალად.

საქართველოში ვულკანური წილების საკმაოდ მარაგია და ბეტონებში მათი გამოყენება უდაოდ ეკონომიკური და პერსპექტიულია. აღსანიშნავია, რომ ასეთივე ვულკანური წილები გვხვდება ამიერკავკასიაში, შორეულ აღმოსავლეთში, ჩინეთში, ევროპაში-ალპებთან, სამხრეთ ამერიკაში და ამიტომ ამგვარი მსუბუქი ბეტონების კვლევების შედეგები შესაძლოა გავავრცელოთ აღნიშნული რეგიონებზეც.

ვულკანური წილის ყველაზე აქტიური შემადგენელია მინისებრი მასა, ვინაიდან მასში შემავალი ამორფული მინა, კვარცის კრისტალური წარმონაქმნები, კრისტობალიტები, ასევე რკინის ოქსიდები (ჰემატიტი), რომელებიც წვრილდისპერსიული სახით ადვილად შედიან ურთიერთმოქმედებაში ცემენტის ქვის ჰიდრატაციის პროდუქტებთან.

ვულკანური წილის შედგენილობის ურთიერთმოქმედების ხასიათი ჰიდრატაციის პროდუქტებთან იხსნება ცემენტის ქვის და ცემენტი-ვულკანური წილის ნარევის ქვის შედარებით. ეს საშუალებას გვაძლევს არა მარტო საკონტაქტო შრეში ავსნათ მიმდინარე პროცესები, არამედ დავინახოთ ვულკანური წილის მტკრისებრი ნაწილაკების გავლენა ბეტონის ხსნარზე (ცხრ. 1).

ცხრილი 1

ვულკანური შემესების და ცემენტის საკონტაქტო შრის ქიმიური შედგენილობა

ნიმუშის დასახელება	ქიმიური ფორმულა და შემცველობა %-ში									სულ
	Na ₂ O	SiO ₂	K ₂ O	CaO	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	SO ₃	
ვულკანური შემესები	2,20	43,54	2,02	11,96	1,42	16,09	20,61	2,15	-	100
ცემენტის ქვა	0,36	19,38	1,63	67,07	0,47	2,17	5,92	1,88	1,12	"-"
საკონტაქტო შრე	1,55	37,92	2,16	37,27	1,38	7,18	11,12	1,42	-	"-"
ცემენტის და წილის ნარევი ქვა (ფხენილი)	2,70	48,99	1,65	10,48	2,73	16,62	13,96	2,87	-	"-"
საკონტაქტო შრე D ₁ შემესებთან	-	26,33	0,98	58,38	-	1,05	9,61	2,57	1,08	100
საკონტაქტო შრე D ₂ შემესებთან	-	41,02	2,90	35,83	-	7,83	11,25	1,16	-	"-"

D₁ და D₂ გერმანიის ადგილმდებარეობის ფოროვანი შემესებები

პორტლანდცემენტის და ვულკანური წილის ნარევისაგან დამზადებული ნიმუშების მიკროსტრუქტურის შედარებისას

შეიძლება დავინახოთ, რომ ამ უკანასკნელის სტრუქტურა უფრო მკვრივია და ნაკლებად ფორიანი. ნიმუშებში ფორების რაოდენობა 0,03-დან 0,9 მმ ზომებით 11%-ს შეადგენდა, რაც 3%-ით ნაკლებია ვიდრე წილის გარეშე ცემენტის ქვაში. უნდა აღინიშნოს რომ თბური დამუშავებისას ფორიანობა 16%-მდე იზრდება.

პორტლანდცემენტის ქვისა და ვულკანურ წიდასთან ნარევის ქვის შედარებისას შეიძლება დავინახოთ, რომ ამ უკანასკნელის უხეშდისპერსიულ ფრაქციებს შორის, კლინკერის უჰიდრატო მარცვლების გარდა აღინიშნება ვულკანური წილის ნამსხვრევისებრი ნატეხები. ესენი ძირითადად წარმოადგენენ მურა-ყავისფერი და იშვიათად ღია ფერის, რკინოვან ვულკანური წილის მინდვრის შპატებს. ნატეხების ზომები 0,02-0,16 მმ ფარგლებშია.

პორტლანდცემენტისა და ვულკანური წილის ნარევი ცემენტის ქვისათვის დამახასიათებელი ჰიდრატული ახალწარმონაქმნების მაღალი კრისტალიზაციის ხარისხი (ცხრ. 2).

ცხრილი 2

ცემენტის ქვისა და ჰიდრატული ახალწარმონაქმნების სტრუქტურული მახასიათებლები

შემკვრელის სახეობა	გამჟარების პირობები	ჰიდრატაციის ხარისხი %-ში	კლინკერის მარცვლების ზომები მკ-ში	ჰიდრატული ახალწარმონაქმნების ზომები მკ-ში	ფორიანობა %-ში	ფორების ზომები მმ-ში
პორტლანდცემენტი	ნორმალური ტენიანი	58	(24-320)/80	3,5-10	14	(0,07-1,5)/0,3
პორტლანდცემენტი ვულკანური წიდა	„უ“	65	20-240	4-52	11	(0,03-0,9)/0,15
პორტლანდცემენტი	თბური დამუშავებით	70	16-200	3,5-21	16	(0,06-1,2)/0,25
პორტლანდცემენტი ვულკანური წიდა	„უ“	76	(16-180)/45	50-60	12	(0,05-1,0)/0,2

თუ ცემენტის ქვაში სუფთა პორტლანდცემენტზე კალციტის და კალიუმის ოქსიდის ჰიდრატი კრისტალური წარმონაქმნის ზომა 3-10 მკ-ია, ცემენტი ვულკანური წილის სისტემაში 60 მკ-ს

აღწევს. როგორც წესი, კალციუმის ოქსიდის ჰიდრატების მსხვილი კრისტალები წარმოიქმნება ვულკანური მინის მარცვლების გარშემო, რომლებიც ალბათ ჰიდრატული ახალწარმონაქმნების კრისტალიზაციის პროცესში წარმოადგენენ ერთგვარ „საფეთქელას – გამღიზიანებელს“ კრისტალების წარმოსაქმნელად.

ვულკანური წილის ცემენტის ქვის ჰიდრატაციის ხარისხი უფრო მაღალია ვიდრე სუფთა პორლანდცემენტის ქვისა (ცხრ. 2). ამ დროს შესამჩნევია კლინკერის მარცვლების ზომების ერთგვარი შემცირება. ვულკანური წილის ნიმუშებში ისინი 20-დან 240 მკ-მდეა მარცვლების გაბატონებული ზომით 64 მკ, სუფთა პორტლანდცემენტიან ნიმუშებში ისინი შესაბამისად შეადგენენ 24-320 და 80 მკ-ს.

ჰიდრატაციის ხარისხის ამაღლება და კლინკერის მარცვლების ზომების შემცირება მეტყველებს ჰიდრატაციის პროცესის ინტენსივობაზე სისტემაში: ცემენტი+ვულკანური წილა+წყალი. ეს აიხსნება იმით, რომ ვულკანური წილის აქტიური შემადგენელი, ჰიდრატულ ახალწარმონაქმნებთან შებმისას, და პირველ რიგში კალციუმის ოქსიდის ჰიდრატთან, ამცირებს მათ კონცენტრაციას თხევად ფაზაში და ამით აჩქარებს კლინკერის მინერალების ჰიდრატაციის პროცესს.

პეტროგრაფიული ანალიზი, რენტგენული დიფრაქციით, მისი შედარება დიფრაქტოგრაფებთან და ასევე ელექტრონული მიკროსკოპის მონაცემებთან ცხადყოფს, რომ საკონტაქტო შრეში კალციუმის ჰიდროსილიკატების და ჰიდროფერიტების ეტრინგიტის მომატებული რაოდენობაა. ამავე დროს კალციუმის ოქსიდის ჰიდრატთან ვულკანური მინის ურთიერთქმედებით შეიმჩნევა კალციუმის ჰიდროქსიდის წარმოქმნა.

შედარებისათვის ჩატარებული იქნა გერმანიის ადგილმდებარეობის ფოროვან შემკვებებისა და ცემენტის საკონტაქტო შრის გამოკვლევის ელექტრონული მიკროსკოპით. შედეგების მიხედვით ჩანს, რომ უკანასკნელის ქიმიური შედგენილობა და საერთო ჰიდრატული ახალი წარმონაქმნების რაოდენობა შესამჩნევად ნაკლებია (ცხრ. 1). აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ კვლევების ვულკანური წილისა და ცემენტის საკონტაქტო შრეში შემჩნეულია ტიტანის არსებობა (ცხრ. 1).

მსუბუქი ბეტონის ზოგიერთი თვისება და მათზე მოქმედი ფაქტორები

(მკვლევართა ჯგუფი: მ. ტურძელაძე, თ. ჩუბინიძე)

მსუბუქი ბეტონის ხარისხი და გამოყენების ტექნიკურ-ეკონომიკური ეფექტურობა განისაზღვრება მისი მოცულობითი მასის და სიმტკიცის რაციონალური შეხამებით. ამ ორ მახასიათებელზეა დამოკიდებული შენობების კონსტრუქციების მასა და ზომები. ნაკეთობების ზომების ზრდა და მასის შემცირება როგორც ცნობილია, წარმოადგენს სამშენებლო-სამონტაჟო სამუშაოების ტემპების ზრდისა და მშენებლობის ღირებულების შემცირების მეტად მნიშვნელოვან წინაპირობას.

მსუბუქი ბეტონის მოცულობითი მასა, სიმკვრივე და სხვა თვისებები დამოკიდებულია გამოყენებული შემესვრების სახეზე და რიგ ფაქტორებზე, რომელთა შორის ყველა მნიშვნელოვნად მსუბუქი შემესვრების მარცვლოვანი შედგენილობა, შემკვრელისა და წყლის ხარჯი და ბეტონის ნარევის გამკვრივების მეთოდი გვევლინებიან.

მსუბუქი შემესვრების ხარისხი არის პირველი მახასიათებელი იმისა, რომლის მიხედვითაც საორიენტაციოდ შეიძლება მსჯელობა თუ რა ტიპის მსუბუქ ბეტონს მივიღებთ მოცემული შემესვრების გამოყენებით. ამ შემთხვევაში განმსაზღვრელი მნიშვნელობა ენიჭება გამოყენებული მსუბუქი შემესვრების მოცულობით მასას. აქვე უნდა აღინიშნოს რომ პირდაპირპროპორციული დამოკიდებულება შემესვრების მოცულობით მასასა და მსუბუქი ბეტონის მოცულობით მასას შორის არ არსებობს. დაუშვათ გვაქვს ორი სხვადასხვა სტრუქტურისა და სიმტკიცის შემესვრი, რომელთა მოცულობითი მასა ერთნაირია. მაშინ მათი გამოყენებით დამზადებული იმ ბეტონის მოცულობითი მასა იქნება უფრო ნაკლები, რომლის შემესვრების მარცვლებსაც ახასიათებს ფორმების მეტი სიგლუვე და სწორი ზედაპირები. ასე მაგალითად 50-75 მარკის მსუბუქი ბეტონები, რომლებიც დამზადებულნი არიან კერამზიტის ხრეშზე ნაყარი მოცულობით მასით 400-600 კგ/მ³, ხასიათდებიან 800-1000 კგ/მ³ მოცულობითი მასით, ხოლო იგივე

ნაყარი მოცულობითი მასის ვულკანური წილის ფორიან ღორღზე დამზადებული ბეტონები კი 1100-1300 კგ/მ³ მოცულობითი მასით.

ცნობილია, რომ მსუბუქი ბეტონის მოცულობითი მასა ბევრად აღემატება იმ მსუბუქი შემვსების მოცულობით მასას, რომლისაგანაც ის მზადდება. ამიტომ ცდილობენ მოცულობითი მასის შემცირებას ბეტონის შედგენილობის რაციონალურად შერჩევის საფუძველზე. ასევე წინასწარ დადგენილი სიმტკიცის მსუბუქი ბეტონის უმცირესი მოცულობითი მასა მიიღწევა შემკვრელი ნივთიერების უმცირესი ხარჯით, ვინაიდან ცემენტის ქვა გაცილებით მძიმეა ფორიან შემვსებზე. ფორიანი შემვსებით ძლიერ გაჯერებული ბეტონის მოცულობა ყალიბდება შემვსებების წვრილი და მსხვილი ფრაქციების მართებული შერჩევით და შეჯერებით.

ცნობილია, რომ ცემენტის აქტივობის ზრდით იზრდება ბეტონის მარკაც. ე.ი. თუ გამოვიყენებთ მაღალაქტიურ ცემენტს, მაშინ შეიძლება მისი ხარჯის შემცირება ბეტონის სიმტკიცის კლების გარეშე. მსუბუქ ბეტონში ცემენტის ქვა არის ყველაზე უფრო მძიმე შემადგენელი ნაწილი. მაშასადამე, ცემენტის ხარჯის შემცირებით მცირდება მსუბუქი ბეტონის მოცულობითი მასაც. ე.ი. მსუბუქი ბეტონის მოცულობითი მასის შემცირება მისი სიმტკიცის ცვლილების გარეშე, შესაძლებელია მაღალაქტიური შემკვრელი ნივთიერების გამოყენებით. ყველაზე უფრო მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ ის ცემენტები, რომელთა აქტივობაც გამყარების მოცემულ პირობებში 4-6-ჯერ მეტია ბეტონის საპროექტო მარკაზე. მხოლოდ ძლიერ დაბალი მარკის მსუბუქი ბეტონების შემთხვევაში არ იძლევა ცემენტის აქტივობის ზრდა სასურველ ეფექტს.

კერამზიტბეტონის ნაკეთობების წარმოების პრაქტიკაში მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტების შედეგად დადგენილია ცემენტის ხარჯის მის აქტივობაზე დამოკიდებულების შემდეგი თანაფარდობა:

ცემენტის აქტიუობა	200	300	400	500	600
ხარჯის კოეფიციენტი	1,3	1,2	1	0,9	0,8

პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ეს კოეფიციენტები მართებულია სხვა მსუბუქი შემცველების გამოყენების შემთხვევაშიც.

თუ წარმოების განსაზღვრულ რეგიონში არ მოიპოვება მაღალაქტიური ცემენტები, მაშინ სასურველია მივმართოთ მათ აქტივიზაციას უშუალოდ მოხმარების ადგილებში.

მეტალოპლასტმასების კარ-ფანჯრების ექსპლუატაცია

(მკვლევართა ჯგუფი: თ. ხმელიძე, ი. ხმელიძე)

საქართველოში ამჟამად მეტალოპლასტმასის კარ-ფანჯრების მწარმოებელი ასობით ფირმა მუშაობს, რომელთა პროდუქციის წილი სამშენებლო ინდუსტრიაში დღითი დღე მატულობს. შესაბამისად მომხმარებლისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ასეთი კონსტრუქციების ექსპლუატაციის ცოდნასა და გამოცდილებას.

მეტალოპლასტმასის ფანჯრები საშუალებას იძლევა იდეალურად დავიცვათ საცხოვრებელი ბინა გარედან ცივი ჰაერის შეღწევისაგან, რაც მიიღწევა მინაპაკეტის, დასაგმანავი რეზინის, პირაპირების ჰერმეტიზაციის და რამდენიმე კამერიანი პროფილის გამოყენებით. ეს ფანჯრები საიმედოდ იცავენ სათავსს მტვრისა და ხმაურისგან, არ საჭიროებენ შეღებვას და საკმაოდ მარტივი მოსავლელია. სამკამერიანი პროფილები და მინაპაკეტები ზამთარში წარმატებით იცავენ ფანჯრებს გაყინვისა და შიგნიდან კონდენსატის გაჩენისაგან, ხოლო ზაფხულში ინარჩუნებენ ოთახის სიგრილეს.

მეტალოპლასტმასის ფანჯრების ძირითად მასალას წარმოადგენს პოლივინილქლორიდის (პვექ) პროფილები. პვექ წარმოადგენს ეკოლოგიურად სუფთა მასლას. იგი პროდუქტია ნახშირბადის, წყალბადისა და ქლორის ნაერთის და შედგება 43% ნავთობპროდუქტებისა და 57% ქვამარილისა და სუფურის მარილისაგან. ხანძრის შემთხვევაში პვექ ზედაპირზე არ ვრცელდება ალი და არ ხდება მანე აირების გამოყოფა, რაც ხანძარსაშიშროების თვალსაზრისით მეტად დადებითი მოვლენაა.

სამი და ოთხკამერიანი პვექ პროფილები ახალი თაობის პროფილებია („Këmmerring“, „Roplasto“, „KBE“, „Reheu“, „Aluplast“, „Salamander“, „LG“ და სხვა), რომლებსაც აქვთ კარგი სითბო-და ბგერაიზოლაცია, მდგრადი არიან ისეთი კლიმატური ზემოქმედებისადმი, როგორცაა მზის სხივები, ქარი, წვიმა, ყინვა. ამ პროფილების შესაბამისობის სერტიფიკატები ადასტურებენ აუცილებელ ჰიგიენურ ნორმებსა და მოთხოვნებს.

სამეურნეო საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების დაბინძურების ხარისხის შეფასებისა და პროგნოზირების დესკრიფციული ტიპის მოდელების აგება

თემა დამუშავებულია წყალმომარაგებისა და წყალარინების №44 მიმართულებაზე, პროფ. ზ. ციხელაშვილის ხელმძღვანელობით

ზედაპირული წყლის ობიექტების ეკოსისტემის ნორმალური სანიტარულ-ჰიგიენური პირობების დაცვა უდიდესი ეროვნული მნიშვნელობის ამოცანაა. ამ შემთხვევაში თითოეული განსახილველი წყლის ეკოსისტემა მოიაზრება, როგორც რთული სისტემა, რადგან წყალი გამოიყენება მრავალი დანიშნულებით: ჰიდროენერგეტიკის, წყალმომარაგების, წყალარინების (კანალიზაციის), ორგანიზაციის, რეკრიაციის, თევზსამეურნეო და სხვა კომპლექსური დანიშნულებით. აქედან გამომდინარე, უდიდესი მნიშვნელობა

ენიჭება სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების ხარისხის შეფასების და პროგნოზირების დესკრიფციული მოდელების შედგენას, რომელთა საშუალებით შესაძლებელი იქნება (ევროსაბჭოს 91/271/EEC დირექტივის მოთხოვნათა შესაბამისად) წყლის ხარისხის შეფასება და პროგნოზირება ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩაშვებამდე.

ევროსაბჭოს დირექტივის 91/27/EEC თანახმად, რომელიც შეეხება მუნიციპალური კანალიზაციის ჩამდინარე წყლების გაწმენდას, ნებისმიერი სახის სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები ქალაქებსა და დასახლებული ადგილების ტერიტორიებიდან უნდა შეგროვდეს და გამწმენდ სადგურებში გაიწმინდოს ზედაპირული წყლით ობიექტებში მათ ჩაშვებამდე. ცნობილია სტანდარტები ზედაპირულ წყლებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვებაზე (ცხრ. 1).

ავტორთა მიერ მიერ განზოგადდა არსებული სტანდარტები ჩამდინარე წყლების ჩაშვებაზე ზედაპირულ წყლებში, სხვადასხვა ქვეყნის შემთხვევაში. 1 ცხრილის შესაბამისად მოყვანილი ეს სტანდარტები შეიცავს დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციებს (ზღკ-მლ/ლ). ავტორთა მიერ სისტემატიზებული იქნა ალტერნატიული შემთხვევა, რომელიც რეკომენდებულიადაა მიჩნეული საქართველოს პირობებში გამოსაყენებლად.

შესაბამისად, მე-2 ცხრილში მოყვანილია ჩამდინარე წყლების ხარისხის შეფასების შემოთავაზებული დესკრიფციული ტიპის მოდელები, რომლებიც შედგენილია ზედაპირულ წყლებში მათ ჩაშვებაზე შემოთავაზებული ვარიანტის შესაბამისად (ცხრ. 1, მე-9 გრაფ).

დესკრიფციული მოდელების აგებაში გამოყენებულია სუბიექტურ კრიტერიული შეფასების მეთოდიკა. ეს მეთოდიკა საშუალებას იძლევა ცალკეული ნივთიერების მიხედვით სამოდელო დამოკიდებულების შესაბამისად (ცხრ. 2) განისაზღვროს თითოეული $d_i (i \rightarrow 1, 2, \dots, m)$, სადაც d_i აღნიშნავს ნივთიერების დაბინძურების ხარისხის დიფერენციულ შეფასებას; $(i = 1, 2, \dots, m)$ არის ნივთიერებათა საერთო რაოდენობა. ამავე დროს $d_i \in [0, 1]$.

სტანდარტები ჩამდინარე წყლების ჩაშვებაზე ზედაპირულ
წყლებში

პარამეტრები	ზღკ(მგ/ლ)							
	შვეიცარია	პოლანდია	დანია	ავსტრია	ინგლისი	იაპონია	ლატვია	შემოთავაზებული
1	2	3	4	5	6	7	8	9
შეწონილი ნაწილაკები	20	35	30	25	-	-	15	50
ჟებ	20	10-20	20	20	-	-	12	20
ჟებ	დაბალი	-	-	75	-	-	90	75
საერთო P (PO ₄)	0,3-0,8	1	1	2	-	-	2,5	1,5
საერთო N (NO ₃)	-	10	-	-	-	-	2,5	12
NO ₂ (ნიტრატები) N	1	-	-	1	-	-	0,15	0,5
NH ₄ (ამონიუმი) N	0,5	-	2	10	-	-	8	2
ციანიდი (CN)	0,1	-	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1
ნაშთი ქლორი	-	-	0,1	0,1	-	-	0,1	0,1
ქლორიდები (Cl)	-	-	-	-	-	-	300	300
სულფიდი(H ₂ S)	0,1	-	-	0,1	1,0	-	0	0,5
სულფატები (SO ₄ ²⁻)	დაბალი	-	-	-	-	-	500	200
Cd (კადმიუმი)	0,1	0,005	-	0,1	-	-	0,02	0,05
Cr (ქრომი საერთო)	2	0,05	0,2	0,5	-	-	0,05	0,3
Cu (სპილენძი)	0,5	0,05	0,1	0,5	-	2,0	0,05	0,5
Ni (ნიკელი)	2	0,05	0,2	0,5	1,0	-	0,1	0,5
Pb (ტყეია)	0,5	0,05	0,1	0,5	1,0	1,0	1,0	0,5
Al (ალუმინი)	10	-	-	2	-	-	-	2,0
Fe (რკინა)	2	-	-	2	-	-	2	2,0
Sn (კალა)	2	-	-	2	-	-	-	1,0
Zn (თუთია)	2	0,05	0,5	2	-	5,0	0,05	0,5
ს.ზ.ან. ანიონური, არაანიონური	-	-	-	1,0	-	-	0,5	0,5
	-	-	-	-	-	-	2	1
ნეთობპროდუქტები (საერთო)	-	0,1	-	-	-	-	0,5	5,0
ფენოლები	-	-	0,2	0,1	-	-	0,2	0,2
ცხიმები, ორგანული ზეთები	-	-	-	-	-	-	5,0	5,0

შედგენილი დისკრიფციული მოდელები აგებული საქართველოს პირობებისათვის ჩამდინარე წყლების ჩაშვებაზე ზედაპირულ წყლებში ევროსაბჭოს დირექტივის შესაბამისად (91/271EEC სტანდარტის შესაბამისად)

№	ინგრედიენტ-პარამეტრები	პარამეტრის ცვლილების სასაზღვრო არეები	დისკრიფციული მოდელი
1	2	3	4
1	შეწონილი ნაწილაკები	შ.ნ.=52→d=0,2; შ.ნ.=50→d=0,8	$d_{შ.ნ.} = \exp[-\exp(-50,9+0,988_{შ.ნ.})]$
2	უბმ	უბმ=22→d=0,2; უბმ=20→d=0,8	$d_{უბმ} = \exp[-\exp(-21,26+0,988_{უბმ})]$
3	ქმბ	ქმბ=77→d=0,2; ქმბ=75→d=0,8	$d_{ქმბ} = \exp[-\exp(-75,6+0,988_{ქმბ})]$
4	საერთო P(PO ₄)	PO ₄ =1,7→d=0,2; PO ₄ =1,5→d=0,8	$d_{po_4} = \exp[-\exp(-16,32+0,988_{po_4})]$
5	საერთო N(NO ₄)	NO ₃ =14→d=0,2; NO ₃ =12→d=0,8	$d_{NO_3} = \exp[-\exp(-13,356+988_{NO_3})]$
6	NO ₂ (ნიტრიტები)-N	NO ₂ =0,7→d=0,2; NO ₂ =0,5→d=0,8	$d_{NO_2} = \exp[-\exp(-6,44+9,88_{NO_2})]$
7	NH ₄ (ამონიუმი)	NH ₄ =2,2→d=0,2; NH ₄ =2→d=0,8	$d_{NH_4} = \exp[-\exp(-21,26+9,88_{NH_4})]$
8	ციანიდი (CN)	CN=0,15→d=0,2; CN=0,1→d=0,8	$d_{CN} = \exp[-\exp(-5,45+39,52_{CN})]$
9	ნაშთი ქლორი	ნ.ქ=0,45→d=0,2; ნ.ქ=0,4→d=0,8;	$d_{ნ.ქ} = \exp[-\exp(-17,308+39,52_{ნ.ქ})]$
10	ქლორიდები (Cl)	Cl=305→d=0,2; Cl=300→d=0,8	$d_{Cl} = \exp[-\exp(-120+0,395_{Cl})]$
11	სულფიდი (H ₂ S)	H ₂ S=0,55→d=0,2; H ₂ S=0,5→d=0,8;	$d_{H_2S} = \exp[-\exp(-21,26+39,52_{H_2S})]$
12	სულფატები (SO ₄ ²⁻)	SO ₄ ²⁻ =205→d=0,2; SO ₄ ²⁻ =200→d=0,8	$d_{SO_4^{2-}} = \exp[-\exp(80,3-0,394_{SO_4^{2-}})]$
13	Cd (კადმიუმი)	Cd=0,07→d=0,2; Cd=0,05→d=0,8	$d_{Cd} = \exp[-\exp(-6,44+98,8_{Cd})]$
14	Cr (ქრომი საერთო)	Cr =0,4→d=0,2 Cr =0,3→d=0,3	$d_{Cr} = \exp[-\exp(-7,428+19,76_{Cr})]$
15	Cu(სპილენძი)	Cu =0,6→d=0,2 Cu =0,5→d=0,8	$d_{Cu} = \exp[-\exp(-11,38+19,76_{Cu})]$
16	Ni (ნიკელი)	Ni =0,6→d=0,2 Ni =0,5→d=0,8	$d_{Ni} = \exp[-\exp(-11,38+19,76_{Ni})]$
17	Pb (ტყვი)	Pb =0,6→d=0,2 Pb =0,5→d=0,8	$d_{Pb} = \exp[-\exp(-11,38+19,76_{Pb})]$
18	Al (ალუმინი)	Al =0,6→d=0,2 Al =0,5→d=0,8	$d_{Al} = \exp[-\exp(-11,38+19,76_{Al})]$
19	Fe (რკინა)	Fe =2,2→d=0,2 Fe =2→d=0,8	$d_{Fe} = \exp[-\exp(-21,26+9,88_{Fe})]$
20	Zn (თუთია)	Zn =0,55→d=0,2 Zn =0,5→d=0,8	$d_{Zn} = \exp[-\exp(-21,26+39,52_{Zn})]$
21	ს.ზ.ა.ნ.ანიონური არანიონური	ს.ზ.ა.ნ.=0,55→d=0,2 ს.ზ.ა.ნ.=0,5→d=0,8 ს.ზ.ანარაან =1,5→d=0,2 ს.ზ.ანარაან =1→d=0,8	$d_{ს.ზ.ა.ნ.} = \exp[-\exp(-21,26+39,52_{ს.ზ.ა.ნ.})]$ $d_{ს.ზ.ანარაან} = \exp[-\exp(-21,26+39,52_{ს.ზ.ანარაან})]$
22	ნაეთობ.პროექტები საერთო	ნაეთ =0,55→d=0,2 ნაეთ =0,5→d=0,8	$d_{ნაეთ} = \exp[-\exp(-21,26+39,52_{ნაეთ})]$
23	ფენოლები	ფენ =0,55→d=0,2 ფენ =0,5→d=0,8	$d_{ფენ} = \exp[-\exp(-21,26+39,52_{ფენ})]$
24	ცხიმები, ორგანული ზეთები	ცხ =0,55→d=0,2 ცხ =0,5→d=0,8	$d_{ცხ} = \exp[-\exp(-21,26+39,52_{ცხ})]$

აქ $\mathbf{d} = \mathbf{0}$ შეესაბამება ხარისხობრივ-კრიტიკული შეფასების აბსოლუტურად მიღებულ მნიშვნელობას, ანუ ჩამდინარე წყლის ხარისხი შეფასდება, როგორც ძალიან დაბინძურებული, ხოლო $\mathbf{d} = \mathbf{1}$ შეესაბამება ნივთიერების ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას, ანუ ამ შემთხვევაში შეიძლება ჩამდინარე წყლის წყალსატევში ჩაშვება. მოდულების შესადგენად (ცხრ. 2) საჭირო იყო თითოეული განსახილველი პარამეტრის ცვალებადობის არის დანიშნა. სტანდარტით განსაზღვრული ზღვრული დასაშვები კონცენტრაციების მნიშვნელობათა შესაბამისად (იხ. ცხრ. 2, გრაფა 3) შედგენილი მოდელები (ცხრ. 2. გრაფა 4) ზოგადად ასახავენ საანალიზო ნივთიერების როგორც ცუდ, ისე სხვა ხარისხობრივ დიფერენციულ შეფასებებს შემდეგი სკალური გრადაციების შესაბამისად: თუ $\mathbf{0} \leq \mathbf{d}_i < \mathbf{0,33}$, მაშინ აღინიშნება დამაბინძურებელი ნივთიერების „ცუდი“ ხარისხობრივი მდგომარეობა, თუ $\mathbf{0,33} \leq \mathbf{d}_i < \mathbf{0,67}$, მაშინ მდგომარეობა ჩაითვლება „დამაკმაყოფილებლად“, ხოლო როდესაც $\mathbf{0,67} \leq \mathbf{d}_i \leq \mathbf{1}$, – „კარგი“ მდგომარეობა.

ამრიგად, წარმოდგენილი დესკრიფციული მოდელების საშუალებით (ცხრ. 2. გრაფა 4) შესაძლებელია ამა თუ იმ ქიმიური ნივთიერებით (ცხრ. 2, გრაფა 2) დაბინძურების ფაქტიური ხარისხობრივი მდგომარეობის დადგენა ცალკეული შეფასებები ასახავენ ნივთიერებათა დაბინძურების მხოლოდ დიფერენციულ შეფასებებს, ხოლო ინტეგრირებული კრიტიკული შეფასების განსაზღვრისათვის შეიძლება გამოყენებული იქნეს, როგორც შემადგენელ ნივთიერებათა მნიშვნელობების საშუალო

$$\mathbf{D} = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m \mathbf{d}_i}, i=1,2,\dots,m, \text{ სადაც } \Pi \text{ ნამრავლის}$$

აღების ნიშანია; როდესაც $\mathbf{D}=\mathbf{0}$, მაშინ ინტეგრირებული შეფასება აღნიშნავს წყლის აბსოლუტურად მიუღებელ ხარისხს, ხოლო როდესაც $\mathbf{D}=\mathbf{1}$, მაშინ ჩამდინარე წყალი შეიძლება ჩაშვებულ იქნას ზედაპირული წყლის ობიექტებში. აქაც ისევე, როგორც წინა შემთხვევაში, შეფასების სუბიექტურ-კრიტერიული სკალა იგივე დარჩება. კერძოდ, $\mathbf{0} \leq \mathbf{D}_i < \mathbf{0,33}$, „ცუდი“ მდგომარეობა; $\mathbf{0,33} \leq \mathbf{D}_i < \mathbf{0,67}$, – „დამაკმაყოფილებელი“ მდგომარეობა; ხოლო

$0,67 \leq D_i \leq 1$ -კარგი“ მდგომარეობა. შედგენილი მოდელების აღქვაცურობაზე შემოწმება დასაბუთდა კომპიუტერულ-პროგრამული გაანგარიშებით სისტემა Matlab სისტემაში.

ქიმია სიძველეთა ტექნიკური ექსპერტიზის საფუძვლებში

სიძველეთა ძეგლების ტექნიკური ექსპერტიზა შესაძლებელია არქეოლოგიური და ეთნოგრაფიული ლითონის ინვენტარის ისტორიულ-ტიპოლოგიური და ქიმიურ-ტექნოლოგიური ანალიზების მონაცემებზე დაყრდნობით.

საბუნებისმეტყველო (ქიმიის, მინერალოგიის, ბიოლოგიის, ფიზიკის) და ჰუმანიტარულ მეცნიერებათა სინთეზით შეიქმნა სიძველეთა ტექნიკური ექსპერტიზის აუცილებელი ლაბორატორიული ექსპერიმენტის ჩატარების ახალი შესაძლებლობები.

სიძველეთა ძეგლების ქიმიურ-ტექნოლოგიური ანალიზი სწავლობს საექსპერტო ნიმუშის მასალათმცოდნეობითი და ტექნოლოგიური ხასიათის ინფორმაციას, იძლევა მატერიალური კულტურის ძეგლის სრული ისტორიული იდენტიფიკაციისა და ტექნიკური ექსპერტიზის დასკვნის შესაძლებლობას.

მზა ნაწარმის (ნაკეთობის) სრულყოფილი დახასიათებისათვის პირველი პირობაა საშუალო და საბოლოო პროდუქტის ქიმიური შედგენილობის ცოდნა, მასალის სრული ქიმიური ანალიზი. ანალიზის თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით შესაძლებელია საკვლევი მასალებში არსებული მინარევების $10^{-1} - 10^{-6} \%$ რაოდენობით აღმოჩენა. მასალის ქიმიური შედგენილობის განსაზღვრის თანამედროვე ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებიდან წამყვანია სპექტრული ანალიზი. ისტორიული ნიმუშების კვლევისას ფართოდ გამოიყენება ემისიური (გამოსხივებული) სპექტრული ანალიზი.

ნებისმიერი საკვლევი ობიექტის ქიმიური შესწავლა იწყება ხარისხობრივი ანალიზით. ემისიური ხარისხობრივი ანალიზის გამოყენებით შესაძლებელია დავახასიათოთ რთული შედგენილობის

ნიმუშები, დავადგინოთ მათი ძირითადი კომპონენტებისა და მინარევი ელემენტების არსებობა საანალიზო სინჯში.

სიძველეთა ტექნიკურ ექსპერტიზაში განსაკუთრებული ადგილი უკავია მეტალურგიულ ანალიზს, როგორც საანალიზო ნიმუშის სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდს. მეტალოგრაფიული ანალიზი, მასალის ქიმიურ შედგენილობასთან ერთად სრულად განსაზღვრავს უძველესი სპილენძ-ბრინჯაოსა და რკინა ფოლადის წარმოების, ძვირფას ლითონთა დამუშავების სახელოსნოთა ტექნიკური სპეციალიზაციის ხასიათს, აზღენს მათ დიფერენცირებას ცალკეული დარგების მიხედვით. მასალათმცოდნეობის დიდ ნაწილს მოიცავს ლითონმცოდნეობა, რომელიც შეისწავლის ლითონურ მასალებს. ლითონმცოდნეობის საფუძვლებს ქმნიან შესაბამისად კვლევის ფიზიკური და ქიმიური მიმართულებები.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. რეფერატული ჟურნალი Химия „Силикатные материалы“ 2004-2005.
2. პატენტი №58-140342.
3. საავტორო მოწმობა №1491823, რუსეთი.
4. პატენტი GEP 20084411B.
5. Mans-Dicter-Grenzflächen Kolloidchemie, BRD, 1994.
6. W. Kollenberg – Technische Keramik, Vulkan-Verlag ESSEN, BRD.
7. საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მაცნე 2006. №1-2.
8. Кацарава Р.Д. Успехи химии, 1991. №7.
9. სტუ-ს შრომები, 2008. №1, №3.
10. სტუ-ს შრომები, 2005, №3.
11. ბ. მიქაძე, ლ. რუხაძე, ნ. მაისურაძე, ო. მიქაძე. წვის ქიმიური რეაქციები ინიცირებით ჟანგბადის ტუმბოს ეფექტის მიღწევა, სტუ-ს შრომები 2005. №1.
12. Дгебуაძე Г.А., Микадзе О.И., Рухадзе Л.Н. Способ получения меди, никелия и кобальта А.С №1178112, 1985.
13. „სასამართლო-ქიმიური ექსპერტიზის საფუძვლები“. სტუ-ს გამომცემლობა. 2004-2005 I-II ნაწ.
14. საქართველოს რესპუბლიკა 2004 წ. №95.
15. Чурадзе К.Т. Кинетика коррозионных процессов в тоннельных обделках, Труды ГТУ, №7, 2004.
16. Чурадзе К.Т. Грдзелишвили М.В. Кинетика Корозии бетона в серноводородной среде.
17. Ахметов Л.Г., Ерохов В.И. и др. Экологические аспекта автотранспорта – Ташкент: „Мехнат“ 1988.
18. გ. წიფურია. საქართველოს საერთაშორისო გადაზიდვის ორგანიზაცია. თბ. 1995.
19. ნადირაძე ა. ბეტონისა და რკინა-ბეტონის ნაკეთობათა ტექნოლოგია. თბილისის. განათლება 1994.
20. Надирадзе А.Д. Алиев С.М. и др. А.С. СССР Бетонная смесь А.С. №1503240, 22.04.1989.

21. ა. ნადირაძე, ნ. რაზმაძე. ბეტონის ნარევის კომპლექსური დანამატი. პატენტი 2615. საქართველო „საქპატენტი“, თბ. 2001.
22. ა. ნადირაძე ა. „საშენი მასალები და ნაკეთობანი“ თბ. განათლება 1984.
23. ა. ნადირაძე „ბეტონის შემესებლების ტექნოლოგია“ თბ. განათლება 1988.
24. Томашов Н.Д. Теория коррозии и защиты металов изд. АН СССР, 1959 г.
25. Балалаев Г.А. и др. Защита строительных конструкции от коррозии. Москва 1996.
26. ლ. ჩხეიძე, ე. ჯვარელია და სხვ., ზოგადი და საინჟინრო ეკოლოგიის საფუძვლები, თბ., 2005.
27. Fritz Keil. Zement Herstellung und Eigenschaften Spzinger-Verlag Berlin, Heidelberg.-New-York. 1971.
28. მ. ტურძელაძე „ბეტონის სტატისტიკური დატვირთვების დროს ინტენსიური ბზარწარმოქმნის პროცესზე სხვადასხვა ფაქტორის გავლენა. „პოლიექსპრესი“ თბ. 2006.
29. გ. ინანიშვილი „სიბველეთა ტექნიკური ექსპერტიზის საფუძვლები“ სტუ-ს გამომცემლობა 2007.

შინაარსი

1. შესავალი -----	3
2. აკად. გივი ცინცაძის სამეცნიეროკვლევითი და პედაგოგიური მოღვაწეობა -----	6
3. ქ.მ.დ. პროფ. საქ. საინჟინრო აკადემიის აკადემიკოსის, ნიუ- იორკის (ამერიკის) მეცნიერებათა აკადემიის წევრის, საქ. სახელმწიფო პრემიის ლაურეატის (მეცნიერებისა და ტექნიკის დარგში) – თენგიზ წივწივაძის სამეცნიერო პედაგოგიური მოღვაწეობა -----	12
4. ტ.მ.დ. პროფ. თამაზ. გაბადაძის სამეცნიერო-კვლევითი მოღვაწეობა -----	19
5. ტ.მ.დ. პროფ. არჩილ სარუხანიშვილის უმნიშვნელოვანესი სამეცნიერო კვლევები -----	20
6. დაბალ ტემპერატურული მინანქრები ფერადი ლითონებისათვის -----	24
7. პროფ. გურამ გაფრინდაშვილის ნაყოფიერი სამეცნიერო კვლევები -----	28
8. ორთოპედიული სტომატოლოგიის ფაიფურის სინთეზი ადგილობრივი ნედლეულის საფუძველზე -----	34
9. ტ.მ.დ. პროფ. ზვიად კოვზირიძის სამეცნიერო შრომები --	34
1. ალუმინის ჟანგის ფხვნილის გამოყენება ერთ- ორ- და მრავალკომპონენტთან ნარევეში -----	34
2. ცეცხლგამძლე კომპოზიტის მიღება დოლომიტ- სერპენტინიტური კლინკერის ბაზაზე -----	40
10. ქ.მ.დ. პროფ. რამაზ ქაცარავას მიღწევები და საერთაშორისო აღიარება -----	42
11. L-ლიზინის ბენზილის ეთერის შემცველი თანაპოლიესტე- რამიდების ბიოდეგრადაციის კვლევა ცდებში IN VITRO პოტენციომეტრული ტიტრაციის მეთოდის გამოყენებით --	48
12. ახალი ჰეტეროციკლური პოლიფუნქციური საღებრები სინთეზური და ბუნებრივი ბოჭკოებისათვის -----	51
13. ნატახტარის სანიტარული ზონის და მუხრანის ველის ნიადაგებში ტოქსიკური ლითონების განაწილების კანონზომიერებები -----	53

14. სუფთა ნიკელისა და კობალტის მიღება შესაბამისი ოქსიდების კონვერსიით -----	55
15. პროფ. მარლენ მჭედლიშვილის წიგნი (I, II ნაწილი) „სასამართლო ქიმიური ექსპერტიზის საფუძვლები“ -----	57
16. ტ.მ.დ. პროფ. ნანა და ლია ბოკუჩავების მეცნიერული კვლევის ძირითადი მიმართულებანი -----	59
17. ტ.მ.დ. პროფ. ჯუმბერ იოსებიძის მეცნიერული კვლევის შედეგები -----	59
18. სამეცნიერო კვლევები ხიდებისა და გვიარბების კათედრაზე (№64 მიმართულება) ტ.მ.დ. პროფ. თამაზ ჭურაძის ხელმძღვანელობით -----	64
19. გოგირდწყალბადიანი მიწისქვეშა წყლების ზოგიერთი თავისებურება -----	66
20. ფოლადის კოროზიამდეგობა გამომწვარი თიხების დანამატებიანი ცემენტ-ქვიშის დულაბის ფენის ქვეშ -----	70
21. სატრანსპორტო გვირაბების წყალგაუმტარი მუდმივი სამაგრი -----	75
22. ჭარბწყლიანი რკინიგზის გვირაბის დაშრობის პრობლემა -----	78
23. აირდიზელის კვამლიანობა და გამონახობლქვი აირების ტოქსიკურობა -----	81
24. ტრანსპორტი და გარემოს ეკოლოგიური მდგომარეობა --	84
25. სტუ-ს №56 სამეცნიერო მიმართულების ხელმძღვანელის ტ.მ.დ. პროფ. მიხეილ შალიკაძის სამეცნიერო მოღვაწეობა -----	88
26. სტუ-ს სამეშნებლო ფაკულტეტის – გრუნტების მექანიკისა და ფუძე საძირკვლების (№45 სამეცნიერო მიმართულება, ხელმძღვანელი პროფ. გ. ჭოხონელიძე) სამეცნიერო შრომები -----	89
27. სტუ-ს №91 საშენი მასალების და ნაკეთობების მიმართულების ხელმძღვანელის ტ.მ.დ. პროფ. საქართველოს საინჟინრო აკადემიის ნამდვილი წევრის ანზორ ნადირაძის სამეცნიერო მოღვაწეობა -----	90
28. ცემენტის ხარჯის ეკონომია ბეტონისა და რკინაბეტონის წარმოებაში -----	92
29. კერამიკის მიღება მთის თიხოვანი ჯიშებიდან -----	97

30. ლოთონის კონსტრუქციები და კოროზია -----	100
31. მინაპაკეტები მშენებლობაში -----	102
32. ზედაპირული წყლების ქიმიური და ბიოლოგიური დაბინძურების პრობლემები აჭარის რეგიონში -----	105
33. მინაპლასტიკის ტალღოვანი ფურცლები -----	111
34. ცემენტის მინერალოგიური შედგენილობის გავლენა დუღაბის სიმტკიცეზე და დეფორმაციულობაზე -----	112
35. მსუბუქ ბეტონებში ცემენტის ქვის და ფოროვანი შემკვების ურთიერთდამოკიდებულება -----	115
36. მსუბუქი ბეტონის ზოგიერთი თვისება და მათზე მოქმედი ფაქტორები -----	119
37. მეტალოპლასტმასების კარ-ფანჯრების ექსპლუატაცია ----	121
38. სამეურნეო საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების დაბინძუ- რების ხარისხის შეფასებისა და პროგნოზირების დესკრიფციული ტიპის მოდელების აგება -----	122
39. ქიმია სიმველეთა ტექნიკური ექსპერტიზის საფუძვლებში	127
40. გამოყენებული ლიტერატურა -----	129

იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

გალეცა წარმოებას 26.02.2009. ხელმოწერილია დასაბეჭდად
10.03.2009. ქალაქის ზომა 60X84 1/16. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 8.
ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი,
კოსტავას 77



Verba volant.
scripta manent

ი.მ. „უჩა ლომთათიძე - მომავლიდან“.

ქ. თბილისი, 26 მაისის მოედანი 1