

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი
სილიკატების ტექნოლოგიის მიმართულება

სტუ-ს საგრანტო პროექტი

პროექტის დასახელება

შავი ზღვის წყლის კომპლექსური გადამუშავება სამედიცინო და
ტექნიკური მასალების მისაღებად და მათი კვლევა

(დამამთავრებელი ანგარიში)

პროექტის ხელმძღვანელი,
ტ.მ.დ., პროფესორი
_____ თამაზ გაბადაძე

თბილისი, 2016 წელი

ს ა რ ჩ ე ვ ი

შესავალი	3
I ნაწილი	6
1. ძირითადი კომპონენტები	6
1.1. შავი ზღვის წყალი	6
1.2. დანამატები	8
2. შავი ზღვის წყლისგან მიღებული ულტრადისპერსული ჟელესებური მასები (პასტები, მალამოები) და ფხვნილები	9
2.1. შავი ზღვის წყალში შერეული სხვადასხვა ზღვის მარილის ხსნარების ნარევისგან მიღებული ულტრადისპერსული ნალექები	11
2.2. ულტრა(ნანო) დისპერსული ნალექები ზღვის წყლის მარილების და ალუმინის ჰიდროქსიდის შემცველობით	15
3. ზღვის მარილების წყალხსნარებისგან მიღებული ჟელესებური მასები (პასტები, მალამოები) და ფხვნილები	17
II ნაწილი	
4. მაღალი სიმტკიცის მასალების მიღება დაბალტემპერატურული ნანოტექნოლოგიის მეთოდებით	21
4.1. მაგნიუმ-ალუმინატური შპინელის მიღება	21
4.2. სამედიცინო მასალების და ნაკეთობათა მოდელების მიღება	22
დასკვნა	28
დანართები	29

შესავალი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დაფინანსებით სილიკატების ტექნოლოგიის მიმართულებაზე (ყოფილი კათედრა №35) შესრულებულია სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაო დასახელებით „შავი ზღვის წყლის კომპლექსური გადამუშავება სამედიცინო და ტექნიკური მასალების მისაღებად და მათი კვლევა“. სამუშაო შესრულებულია 2016 წლის მაის-დეკემბერში (8 თვეში). დაფინანსება შეადგენდა 10 ათას ლარს. თემის შესრულებაში მონაწილეობდნენ: თ. გაბადაძე, ი. სულაძე (3 თვით, გარდაცვალებამდე), მ. კეკელიძე.

ზღვის და ოკეანის წყლების შედგენილობაში ყველაზე მნიშვნელოვან ელემენტად მიჩნეულია მაგნიუმი, რომელიც სხვადასხვა ნაერთების სახით მიიღება აშშ-ში, დიდ ბრიტანეთში, საფრანგეთში, იტალიაში და სხვ., მაგრამ მათი წარმოების ტექნოლოგიები (ნოუ-ჰაუ) დახურულია.

საქართველოში მაგნიუმის შემცველი მრავალი დეფიციტური სამედიცინო და ტექნიკური მასალა შემოდის გარედან, რაც ზრდის მათ ღირებულებას მაშინ, როდესაც მათი წარმოების ჩამოყალიბება დაასაქმებს მოსახლეობას და ადგილობრივი რესურსების ბაზაზე შექმნის აღნიშნული იაფი მასალების მიღების შესაძლებლობას (შემდგომ ეტაპზე ექსპორტის შესაძლებლობასაც), ესენია:

სამედიცინო მასალები:

- MgO , $Mg(OH)_2$, $MgSO_4$ (ინგლისური მარილი);
- $3MgCO_3 \cdot Mg(OH)_2 \cdot 9H_2O$ – თეთრი მაგნეზია (მაგნეზია ალბა);
- $Mg(OH)_2 + Al(OH)_3$ – მაალოქსი (ანტაციდი);
- ზღვის მარილები, რომელთაც აწარმოებს ისრაელი, პალესტინა, რუსეთი, უკრაინა, იტალია და მრავალი სხვა ქვეყანა, და რომლებიც დანამატის სახით გამოყენებულია შესრულებული სამუშაოს ზოგიერთ ცალკეულ შემთხვევაშიც, შავი ზღვის წყალში მაგნიუმის იონების კონცენტრაციის ზრდის მიზნით);
- მალამოები, პარფიუმერია-კოსმეტოლოგიაში გამოყენებისა და კანის დაავადებათა მკურნალობისათვის;

- $3\text{MgO}\cdot 4\text{SiO}_2\cdot \text{H}_2\text{O}$ – ხელოვნური ტალკი და თეთრი თიხა – $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot n\text{SiO}_2\cdot m\text{H}_2\text{O}$;
- პროთეზები, ძვლები, ორთოპედიულ–სტომატოლოგიური ნაკეთობები მაგნიუმის შემცველობით.

ტექნიკური მასალები

- მაღალი ძაბვის თერმომდგრადი იზოლატორები (კორდიერიტი $2\text{MgO}\cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 5\text{SiO}_2$, ფორსტერიტი – $2\text{MgO}\cdot \text{SiO}_2$, ენსტატიტი – $\text{MgO}\cdot \text{SiO}_2$);
- ცეცხლგამძლეები – მაგნეზიტის, ქრომომაგნეზიტის, მაგნიუმის ალუმინატის $\text{MgO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (შპინელის).

აღნიშნული იზოლატორები და ცეცხლგამძლეები გამოიყენება ელექტროგადამცემ ხაზებში, მეტალურგიაში, ქიმიურ და ცემენტის მრეწველობაში.

გარდა აღნიშნულისა, მსუბუქი ელემენტი – მაგნიუმი ავიაკოსმოსური საფრენი აპარატების შენადნობების ერთ–ერთი ძირითადი შემადგენელი ელემენტია.

წარმოდგენილი გეგმის შესაბამისად I ეტაპზე შესრულებულია შემდეგი სამუშაოები: ჩამოტანილია შავი ზღვის წყალი ქობულეთიდან (მათ შორის მაგნიტური ქვიშების მაგნიტური ველის ზეგავლენის ქვეშ მყოფიც – ურეკიდან) და მათ ბაზაზე მიღებულია ზღვის წყლის ყველა ელემენტის (ზღვის მარილის) შემცველი ულტრადისპერული ჟელე, მალამო, პასტა და ფხვნილი, როგორც სამკურნალო მიზნებისთვის, ასევე ნანოტექნოლოგიების გამოყენებით მაღალი სიმტკიცის მასალების მისაღებად შეცხოების და ღღობის მეთოდებით (შემდგომ ეტაპებზე).

დამუშავებულია შავი ზღვის წყალში ზღვის მარილების და ულტრადისპერული მაგნიუმის ნაერთების კონცენტრაციის ზრდის სხვადასხვა მეთოდები.

გარდა აღნიშნულისა, სამედიცინო და ტექნიკური მასალების და ნაკეთობების მისაღებად აგრეთვე დამუშავებულია ულტრადისპერული ისეთი საჭირო კომპონენტების მიღების ტექნოლოგიებიც, როგორებიცაა – კალციუმის,

ფოსფორის, სილიციუმის და ალუმინის ოქსიდური ნაერთები, მთლიანობაში – საბოლოოდ Ca-Mg-P-Si-Al-O სისტემებში საჭირო მინერალების მისაღებად.

მეორე ეტაპზე უშუალოდ შავი ზღვის წყლისგან ან პირველ ეტაპზე მიღებული ჟელესებური მასებისგან დამზადებულია ულტრადისპერსული მაგნიუმის ოქსიდის, ჰიდროქსიდის ან სხვა ნაერთის მიღების საშუალებები, რათა შემდგომ ეტაპზე მათ ბაზაზე დამზადებულ იქნეს თერმო-ქიმიური მეთოდებით მიღებული მაღალი სიმტკიცის ნაერთები.

მესამე ეტაპზე შეცხოვა-ლლობის მეთოდებით დაბალტემპერატურული ნანოტექნოლოგიებით სხვადასხვა შედგენილობის 50 კაზიმისაგან მიღებულია მაღალი სიმტკიცის ნაკეთობები (1000 კგძ/სმ² და მეტი), აღნიშნულ სისტემებში, მათ შორის ფორიანიც და არმირებულ იც პროთეზების ცოცხალ უჯრედებთან შეთავსებისა და შეკავშირებისათვის.

მიღებულია დადებითი შედეგები

საჭიროა სამუშაოს და დაფინანსების გაგრძელება მიღებული მასალების და ნაკეთობების გამოყენების სფეროების მიმართულებით (კანის დაავადებათა მკურნალობისათვის, ბალნეოლოგიური დანიშნულებით, პროთეზების გამოყენების, იზოლატორების, ცეცხლგამძლეების და სხვა მიმართულებით).

I ნაწილი

1. ძირითადი კომპონენტები

1.1. შავი ზღვის წყალი

ცნობილია, რომ დედამიწის ზედაპირის უმეტესი ნაწილი ზღვას და ოკეანეს უკავია (შემდგომში „ზღვის წყალი“). იგი შეიცავს მრავალ სასარგებლო ელემენტს და ნაერთს, რომელთაც კაცობრიობა იყენებს უხსოვარი დროიდან დღემდე და კიდევ უფრო მეტად გამოიყენებს მომავალში. ზღვის წყალი შეიცავს მნიშვნელოვან ელემენტს – მაგნიუმს დიდი რაოდენობით ($1,75 \cdot 10^{15}$ ტონა). მისი ამოღება წარმოებს აშშ-ში, დიდ ბრიტანეთში, საფრანგეთში, იტალიაში და სხვა ქვეყნებში, მაგრამ ლიტერატურაში არ არის მოცემული მაგნიუმის და მისი სხვადასხვა ნაერთის ამოღების ტექნოლოგიები.

შავი ზღვის წყლის მარილიანობა წყლის ზედა ფენებში საშუალოდ შეადგენს 1,8%, ხოლო 300 მეტრიდან ძირაძდე – 2,17–2,23%-ს, იგი შეიცავს 3,34–3,74% მაგნიუმს (300–დან 2000 მეტრის სიღრმეძდე) მარილების საერთო რაოდენობიდან. შავი ზღვის წყლის (მარილის) ძირითადი შემადგენლობაა: NaCl – 77,29, KCl – 2,11, MgCl₂ – 8,92, MgSO₄ – 6,33, CaSO₄ – 3,64, CaHCO₃ – 1,52, MgBr₂ – 0,20%.

ნოვოსიბირსკის „სიბმეტალტორგის“ მონაცემებით 2015 წელს მეტალური მაგნიუმის ფასი შეადგენდა დაახლოებით 4000\$/ტ, ხოლო მაგნიუმის ოქსიდის კი – 2000–3000 \$/ტ.

პირობითად თუ მივიღებთ, რომ შავი ზღვის წყლის მარილიანობა შეადგენს 1,8%-ს (ე.ი. 1,8 ტონას ყოველ 100 ტონა ზღვის წყლის მასისგან) და ამ (1,8 ტონა) მარილის 3,50% არის მაგნიუმი, მაშინ მაგნიუმის რაოდენობა შეადგენს 0,063 ტონას (ე.ი. 63 კგ-ს) ყოველ 100 ტონა შვი ზღვის წყალში. აქედან გამომდინარე, ერთ ტონა მაგნიუმს შეიცავს 1580 ტონა შავი ზღვის წყალი, მაგრამ ერთი ტონა ელემენტი მაგნიუმი იძლევა 1,67 ტონა MgO-ს, ან 2,41 ტონა Mg(OH)₂.

ასევე შეიძლება ვიანგარიშოთ, რომ 1 ტონა ელემენტი მაგნიუმს თუ შეიცავს 1580 ტონა შავი ზღვის წყალი, მაშინ 1 ტონა მაგნიუმის ოქსიდს (MgO-ს) მოგვცემს 946 ტონა, ხოლო 1 ტონა მაგნიუმის ჰიდროქსიდს კი – 655 ტონა შავი ზღვის წყალი.

რადგან ზოგიერთი სამედიცინო და ტექნიკური მასალების ნაკეთობების მისაღებად კაზმებში შეტანილი იქნება მიღებული შემშრალი მაგნიუმის ჰიდროქსიდები (მათი გამოწვის შედეგად კი დარჩება მაგნიუმის ოქსიდი), ამიტომ სამუშაოს ინტერესს წარმოადგენს მეტი რაოდენობის მაგნიუმის ჰიდროქსიდის მიღება, რისთვისაც გათვალისწინებულია ზღვის წყლის ბუნებრივი და ხელოვნური შემრობა, ან ზღვის წყალზე ზღვის მარილების ან მაგნიუმის შემცველი ტექნიკური მარილების (სულფატები, ქლორიდები) დამატება და სხვა ღონისძიებები.

ამგვარად, პრაქტიკაში ერთი ტონა მაგნიუმის შემშრალი ჰიდროქსიდის მისაღებად (დანაკარგების და ზღვის წყლისგან ამოღების ხარისხის ჩათვლით) რეალურად საჭირო იქნება დაახლოებით 660-670 ტონა შავი ზღვის წყლის გადამუშავება.

გარდა რაოდენობრივი საკითხისა, დიდი მნიშვნელობა აქვს ზღვის წყლის ხარისხს და ახალ მიმდინარეობებს, როგორებიცაა, მაგალითად – მაგნიტური ქვიშების მაგნიტური ველის გავლენა ზღვის მარილების თავისებურებებზე (ურეკის რეგიონის ზღვის წყლის მაგალითზე) და რკინის იონების შემცველი წყლები ბალნეოლოგიური დანიშნულებისთვის, რისთვისაც განსაკუთრებით აღინიშნება რკინის და ალუმინის იონებით (1 გ/ლ და მეტი შემცველობით) და მჟავური რეაქციით ($\text{pH} < 5$) დაინტერესება.

ამ მიზნით საინტერესოა საქართველოს სხვადასხვა რეგიონის მჟავური წყლების გამოყენება რკინის აჯასპის და ალუმინის სულფატის შემცველობით (მათ შორის გავრცელებული ბუნებრივი ნედლეულის ალუნიტის ჩათვლით).

ყველა აღნიშნული ახალი პერსპექტიული მიმართულების ექსპერიმენტული ნაწილი ჩატარებულია წარმოდგენილ სამუშაოში, კერძოდ კი – გამოყენებულია ურეკის მაგნიტური ქვიშების ზღვის წყალი, რკინის იონების შემცველი ბუნებრივი მჟავური წყალი და ალუმინის სულფატის შემცველი სხვადასხვა ხსნარები, მიღებული ბუნებრივი ნედლეულისგან.

გარდა აღნიშნულისა, გამოყენებულია იტალიის, ისრაელის, უკრაინის და რუსეთის მზა ზღვის მარილები.

1.2. დანამატები

შავი ზღვის წყლისგან მაგნიუმის ჰიდროქსიდის დასაღეჭად გამოყენებულია სხვადასხვა სახის ტუტე (ფუძე) რეაქციის მქონე მასალების განზავებული და კონცენტრირებული ხსნარები, ხშირად კი მათი ნარევიც (ნატრიუმის, კალიუმის, კალციუმის, ამონიუმის, სოდა და სხვ.).

გარდა ტუტე (ფუძე) ხასიათის ხსნარებისა შავი ზღვის წყალზე დანამატებად გამოყენებული იყო მჟავური ხასიათის ბუნებრივი წყლები, რკინის, ალუმინის, მაგნიუმის და გამომწვარი (აქტიური) ალუნიტის მრავალი სულფატური წყალხსნარები, რომელთა pH შეადგენდა 3-4-ს.

გამომწვარი ალუნიტის და მისი წყალხსნარების შესახებ დეტალური ინფორმაცია მოცემულია მონოგრაფიაში (Т.Г. Габададзе. Сверхбыстротвердеющий водонепроницаемый портландцемент. Изд. «Технич. университет», Тбилиси, 2003).

ალუნიტის ფორმულაა $K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \cdot 2Al_2O_3 \cdot 6H_2O$, 600-700°C-ზე გამოწვის შემდეგ ალუნიტი შეიცავს შაბს, კალიუმის და ალუმინის სულფატებს, აქტიურ ალუმინის ოქსიდს და მინარევებს. იგი კარგად იხსნება წყალში. ხსნარების pH = 3-3,5. ისინი შეიცავენ კალიუმის, ალუმინის და სულფატ-იონებს.

ალუნიტის მძლავრი საბადოებია ჩინეთში, იტალიაში, აზერბაიჯანში, უკრაინაში, ტაჯიკეთში და სხვ.

კაზმში აქტიური SiO₂-ის შესატანად გამოყენებულია დიატომიტი (კისატიბის), სპონგოლიტი (აჯამეთის), სილიკა-გელი და ულტრა(ნანო) დისპერსული მიღებული ჟელე, პასტა და ფხვნილი.

2. შავი ზღვის წყლისგან მიღებული ულტრადისპერსული ქელესებური მასები (პასტები, მალამოები) და ფხვნილები

შავი ზღვის წყალი აღებულია ქობულეთში და ურეკში ნაპირიდან 30-100 მეტრის დაშორებით, ზედაპირიდან 1-2 მეტრის სიღრმეზე. მათი pH = 5-5,5, d = 1,00-1,01 გ/სმ³. მეტი მჟავიანობით და ხვედრითი მასით ხასიათდება ურეკის ზღვის წყალი.

ზღვის წყლისგან ნალექის მიღება წარმოებდა 100 და 250 მლ მენზურებში. ერთი დღის დაყოვნების შემდეგ მენზურაში არსებული ნალექიანი ხსნარი იფილტრებოდა ქალაღის ფილტრში ძაბრში. მიღებული ნალექი შრებოდა ოთახის ტემპერატურაზე ან საშრობში. ხსნადი მარილების მოცილების საჭიროების შემთხვევაში ნალექი ფილტრზე (ძაბრში) ჩაირეცხებოდა თბილი წყლით 5-ჯერ ან ამ მარილებთან ერთად მთლიანი ნალექი შეშრებოდა ჰაერზე 5-10 დღე-ღამე (ბუნებრივი პირობების მოდელირებისათვის), ხოლო შემდეგ ჯამებში ჩაირეცხებოდა 10-ჯერ. ამგვარად, გამოიყენებოდა ზღვის მარილის შემცველი ულტრადისპერსული ნალექი (მალამო, პასტა) ან მის გარეშე (მაგნიუმის ჰიდროქსიდის გამოყენების საჭიროების შემთხვევაში).

იზომებოდა pH: მენზურაში არსებული ნალექიანი ხსნარის, ფილტრზე (ძაბრში) დასხმული ნალექიანი ხსნარის, ფილტრზე დარჩენილი სველი ნალექის და ფილტრის (გამჭვირვალე უფერო ხსნარის). მათი pH ხშირად იყო განსხვავებული, მაგრამ ახლოს რეალურ პრაქტიკულ შედეგებთან.

მაგალითი 1.

ერთ-ერთი ნარევის pH მენზურაში იყო 9-10, ძაბრში ფილტრზე დასხმული ხსნარის და ნალექის – 8-9, 5-ჯერ ჩარეცხვის შემდეგ ძაბრში ფილტრზე – 7, ფილტრატის – 7.

მაგალითი 2.

2-კომპონენტიანი ხსნარების ნარევი ურეკის ზღვის წყალზე დამლექავი ხსნარის რაოდენობის 2-ჯერ გაზრდამ არ გაზარდა pH-ის მაჩვენებელი, მაგრამ

გაზარდა ნალექის რაოდენობა 15%-მდე, ე.ი. pH-ის სიდიდე არ არის ნალექის რაოდენობის განსაზღვრის მახასიათებელი.

მაგალითი 3.

2-კომპონენტური ხსნარების ნარევი ქობულეთის და ურეკის ზღვის წყლებში დამლექი ტუტე ხსნარის დამატება იძლევა ზღვის წყლის მოცულობის 6-7% ნალექს (მოცულობით), მაგრამ 3-, 4- და 5-კომპონენტური სისტემებში კი იძლევა 30-60% ნალექს, რაც გასათვალისწინებელია რეზერვუარების ან აუზების მოცულობების ანგარიშისა და პრაქტიკული მიზნებისთვის, იმის მიხედვით, თუ რა მასალა გვინდა მივიღოთ ზღვის წყლისგან – მხოლოდ მაგნიუმის ჰიდროქსიდი თუ მთლიანად ზღვის მარილი და ისიც დიდი რაოდენობით (მაგალითად, შავი ზღვის წყალზე სხვა ზღვის მარილების დამატების შემთხვევაში).

მაგალითი 4.

3-კომპონენტური სისტემაში ურეკის ზღვის წყლის, ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ მარილის წყალხსნარის და დამლექი ტუტე ხსნარის ნარევი ნალექის ჩარეცხვის შემდეგ მიღებულია 2 გრამი მშრალი ფხვნილი 250 მლ ხსნარების ნარევისგან (ე.ი. ~ 250 გრამი თხევადი მასისგან), რაც შეადენს 0,8% მშრალ ფხვნილს თხევადი ნარევისგან, ანუ 0,8 ტონას 100 ტონა ზღვის წყლის 3-კომპონენტური ნარევისგან. ამ შემთხვევაში ერთი ტონა, ძირითადად, მშრალი $Mg(OH)_2$ -ის მისაღებად საჭირო იქნება 125 ტონა ურეკის სანაპიროს ზღვის წყლის ნარევი სხვა ხსნარებთან (~30%).

განსაკუთრებით საინტერესოა ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ წყლის მარილის გამოყენება, რადგან იგი შეიცავს, დაახლოებით, 50,8% $MgCl_2$ -ს, 14,4% $CaCl_2$, 30,4% $NaCl$, 4,4% KCl . ეს მარილი ცნობილია როგორც საუკეთესო სამკურნალო საშუალება, იგი შეიცავს მაგნიუმის ყველაზე დიდ რაოდენობას, ამიტომ მცირე ტონაჟიანი სპეცმასალების მისაღებად მისი დაბალი კონცენტრაციის და მცირე რაოდენობის ხსნარების დამატება ურეკის შავი ზღვის უნიკალურ წყალზე მოიტანს დადებით შედეგებს, განსაკუთრებით, სამკურნალო მიზნებისთვის, ძვლების მისაღებად და სხვ.

მაგალითი 5.

ჩარეცხვის გარეშე მიღებულია დიდი რაოდენობის ნალექი 3-, 4- და 5-კომპონენტური ხსნარების ნარევებში (150–160 მლ 250 მლ ნარევისგან), რომლის მასა შეადგენდა 0,23–0,27 გ/მლ–ზე, რაც ერთ ლიტრზე შეადგენს 230–270 გრამს (0,23–0,27 კგ–ს), ხოლო ათას ლიტრზე (ანუ დაახლოებით ერთ ტონა ხსნარების ნარევეზე) 230–270 კგ სველ ნალექს. ამგვარად, შესაძლებელია შავი ზღვის წყალზე ზღვის მარილების დამატება ისეთი რაოდენობით, რომ მიღებულ იქნეს ზღვის მარილების და მაგნიუმის ჰიდროქსიდის რაოდენობა დაახლოებით 10–15% (ნესტიან მდგომარეობაში) გამოყენებული ხსნარების ნარევის რაოდენობიდან.

შესწავლილია მრავალი ათეული 2–5-კომპონენტური ხსნარების ნალექის მიღების პირობები, რომელთა ძირითადი შედეგები მოცემულია ქვევით.

ზღვის მარილების შემცველი ულტრა (ნანო) დისპერსული ნალექები ძირითადად გამიზნულია სამკურნალო მიზნებისთვის (კანის დაავადებები, ბალნეოლოგიური მკურნალობა), მალამოების დასამზადებლად პარფიუმერია–კოსმეტოლოგიისთვის და სხვ.

2.1. შავი ზღვის წყალში შერეული სხვადასხვა ზღვის მარილის ხსნარების ნარევისგან მიღებული ულტრადისპერსული ნალექები (პასტები, მალამოები)

გამოყენებული იყო ქობულეთის და ურეკის ზღვის წყლები, უკრაინის, რუსეთის, იტალიისა და ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ მარილები, რომელთაგან მზადდებოდა წყალხსნარები 10–30%–იანი კონცენტრაციით. მარილების ეს წყალხსნარები ემატებოდა ზღვის წყალს 10 და 20%–ის რაოდენობით, ე.ი. შავი ზღვის წყლებში არსებულ მარილებს კიდევ ემატებოდა 1–6% ზღვის სხვადასხვა მარილი. ზოგიერთ შემთხვევაში ემატებოდა ერთი რომელიმე ზღვის მარილის წყალხსნარი, ზოგიერთში კი – ამ მარილების სხვადასხვა წყალხსნარები. მათგან ყველაზე მნიშვნელოვანია ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ მარილის გამოყენება, რადგან იგი შეიცავს ყველაზე მეტი რაოდენობის მაგნიუმის მარილებს და,

შესაბამისად, მათგან შესაძლებელია ყველაზე მეტი რაოდენობის მაგნიუმის ჰიდროქსიდის მიღება.

შედარებისთვის, მოდელური სისტემის შესასწავლად გამოყენებული იყო, აგრეთვე, მინერალი ეპსომიტი $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (ქიმიური რეაგენტი), რომელიც წყალში იხსნება კარგად.

ეპსომიტი შეიცავს 16,26% MgO -ს, 32,52% SO_3 -ს და 51,22% კრისტალიზაციურ წყალს (ე.ი. Mg^{2+} -ის იონს 9,75%, ხოლო $Mg(OH)_2$ -ზე გადაანგარიშებით 23,50%-ს).

2-კომპონენტური სისტემაში 30%-იანი ეპსომიტის წყალხსნარზე ტუტე წყალხსნარის დამატებით მიღებულია საკმაოდ დიდი რაოდენობის თეთრი ნალექი – 1 სთ-ში – 250 მლ (250 მლ ხსნარების ნარევი მენზურაში მთლიანად არის შევსებული ამ თეთრი ნალექით), 2 სთ-ში – 230მლ, 3 სთ – 200 მლ, 4 სთ – 185 მლ, 1 დღეში – 145 მლ. ამ მოცულობის ნალექის შემცველი ხსნარი გაფილტრულია ძაბრში ქაღალდის ფილტრში. სველი ნალექის მასა ქაღალდის ფილტრზე 1 დღე-ღამის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურაზე ჰაერზე დაყოვნების შემდეგ შეადგენდა დაახლოებით 36 გრამს. იგი შეიცავს მაგნიუმის ჰიდროქსიდს და ხსნად სულფატურ მარილს.

მრავალი სხვადასხვა ხსნარების ნარევების კვლევების შედეგად მიღებულია, რომ ზღვის წყლების და ზღვის მარილების ხსნარების ნარევებში 1 დღეში მიიღება დაახლოებით 35–40 გრამი სველი ნალექი თუ 250 მლ-იან მენზურაში წარმოიქმნება დაახლოებით 150–160 მლ თეთრი ნალექი (ძირითადად $Mg(OH)_2$ -ის სახით ხსნადი მარილების მინარევებით).

საჭიროების შემთხვევაში ალუმინის ჰიდროქსიდების შესატანად მიღებულ ნალექებში, აღნიშნულ ზღვის წყლებთან და ზღვის მარილების წყალხსნარების ნარევებთან ერთად მათ ემატებოდა გამომწვარი ალუნიტის წყალხსნარები ან მოდელური სისტემებისთვის ალუმინის სულფატის წყალხსნარები, რომელთა pH შეადგენდა 3–4-ს.

მიღებულია შემდეგი შედეგები.

ნარევი 1. შეიცავს შავი ზღვის წყალს, უკრაინის ზღვის მარილის ხსნარს (10–20% დანამატის სახით) და ტუტე ხსნარს (დამლექავის სახით) 10%-ის რაოდენობით ნარევიში.

მენზურაში შერევის შემდეგ მომენტალურად ხდება ნალექის წარმოქმნა, რომელიც ავსებს მთლიანად მენზურის მთელ მოცულობას (250 მლ–ს). შემდეგ იწყება ნალექის მოცულობის შემცირება, რაც შეადგენს 1 სთ–ში 210 მლ, 2 სთ–ში – 180 მლ, 3 სთ–ში – 160 მლ, 4 სთ – 140 მლ, 1 დღეში – 110 მლ–ს.

აღნიშნული 3–კომპონენტური ხსნარის ნარევის თუ ემატება ექსომიტის ხსნარი (10% კონცენტრაციის) 10%-ის რაოდენობით, მაშინ 1 დღეში ნალექის მოცულობა შეადგენს 130 მლ–ს.

თუ ამ 4–კომპონენტური ნარევის ემატება 10% ბორჯომის (ან ლიკანის მინერალური წყალი), მაშინ 1 დღეში ნალექის მოცულობა იზრდება 150–160 მლ–მდე (აღნიშვნის ღირსია, რომ საფრანგეთის და თურქეთის ფირმები დაინტერესებული არიან ბორჯომის წყლის გამოყენებით პარფიუმერია–კოსმეტოლოგიის მალამოების წარმოებაში).

ნარევი 2. შეიცავს ურეკის ზღვის წყალს, რუსეთის ზღვის მარილის ხსნარს, ექსომიტის ხსნარს, ლიკანს და დამლექავ ტუტე ხსნარს (10–10% რაოდენობით თითოეული დანამატი). 300 მლ ამ ხსნარების ნარევიდან 1 სთ–ში ნალექის რაოდენობა შეადგენდა 295 მლ–ს, 2 სთ–ში – 290 მლ–ს, 3 სთ–ში – 270 სთ–ს, 1 დღეში – 160 მლ–ს.

ამგვარად თუ გავითვალისწინებთ, რომ 250 მლ ხსნარების ნარევისგან რეალურად შესაძლებელია მიღებულ იქნეს 100–150 მლ სველი ნალექი (ფილტრის ქალაღზე, 1 დღეში), ანუ ხსნარების ნარევის 40–60%, და თუ ნალექის საშუალო მასა შეადგენს 0,25 გრ/მლ, მაშინ ყოველი 250 მლ ხსნარების ნარევი მოგვცემს 25–37,5 გრამ სველ ნალექს, 1 ლიტრი ნარევი 100–150 გრ ნალექს, ხოლო 1 ტონა ხსნარების ნარევი კი 100–150 კგ ნალექს, ანუ 10–15% ნალექს, რაც საკმაოდ დიდი რაოდენობაა და მოიტანს სასურველ ეკონომიკურ შედეგს.

ნარევი 3. თვით შავი ზღვის (მარილის შემცველ) წყალში უშუალოდ არის გახსნილი 5, 10 და 20% ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ მარილი და ამ ნარევეზე დამატებულია 10% დამლექავი ტუტე წყალხსნარი (ე.ი. სისტემა 2–კომპონენტური ხსნარისგან შედგება).

ორივე კომპონენტის შერევის შედეგად მენზურაში მომენტალურად წარმოიქმნება თეთრი ნალექი, რომელიც ილექება და გვადლევს: 1 სთ–ში – 225–245 მლ, 2 სთ–ში – 152–230 მლ, 3 სთ–ში – 125–182 მლ, 1 დღეში – 80–150 მლ ნალექს.

ამგვარად, შავი ზღვის სანაპიროზე უშუალოდ შავი ზღვის მარილიან წყალში გახსნილი მინიმუმ 5% ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ მარილის დანამატის ბაზაზე შესაძლებელია 1 დღეში საკმაო რაოდენობის 8% სველი ნალექის (პასტის, მალამოს) მიღება (მინიმუმ 20 გრამი 250 მლ–ზე, 80 გრამი – 1 ლ–ზე, 80 კგ – 1 ტონა შავი ზღვის წყლის მარილიან ნარევეზე).

ნარევი 4. თვით შავი ზღვის წყლის საკუთარი მარილიანობის კონცენტრაციის გაზრდა ზღვის წყლის ბუნებრივი ან ხელოვნური აორთქლების საშუალებით (სხვა ზღვის მარილის დამატების გარეშე).

აღნიშნული მიზნით შავი ზღვის წყალი ღია ჭურჭელში ოთახის ტემპერატურაზე (აგვისტო, 2016წ.) და ხელოვნურად საშრობში 80°C-ზე აორთქლების მიზნით (50%-მდე) იყო დაყოვნებული რამდენიმე დღე ან წუთი. ამის შემდეგ მენზურაში მას შეერეოდა დამლექავი ტუტე წყალხსნარი. შერევის შემდეგ მენზურა მომენტალურად ივსებოდა თეთრი ნალექით, რომლის მოცულობა იყო თითქმის ერთნაირი ბუნებრივი თუ ხელოვნური აორთქლების შემთხვევებში და შეადგენს: 1 სთ–ში – 210–220 მლ, 2 სთ–ში – 160 მლ, 3 სთ–ში – 110 მლ, 1 დღეში – 40 მლ.

1 დღეში ქალაქის ფილტრზე შედედებული სველი ნალექის საშუალო სიდიდის მასიდან გამომდინარე (0,25 გრ/მლ), გამოდის, რომ აღნიშნულ რეალურ კონკრეტულ პირობებში აორთქლებული ზღვის წყლის კონცენტრირებულ მოდელში სველი ნალექის რაოდენობა შეადგენს 10 გრამს 250 მლ ხსნარების ნარევეზე, 40 გრ/ლ, 40 კგ–ს ტონა აღებულ ზღვის ზღვის წყლის ნარევეზე (ანუ 4%-ს).

ამგვარად, ღია აუზებში 5–10 დღით დაყოვნების შემდეგ ან სხვადასხვა საწარმოების საშრობებიდან და ღუმელებიდან გამავალი ნამწვი აირების სითბოს გამოყენების ხარჯზე შესაძლებელია შავი ზღვის წყლის ნაწილობრივი აორთქლება და მისი მარილიანობის კონცენტრაციის 2–ჯერ და მეტად გაზრდა, რაც მოგვცემს საშუალებას, რომ მივიღოთ საკმაო რაოდენობის (4% და მეტი) ნალექი (პასტა, მალამო) მაგნიუმის ჰიდროქსიდის და მხოლოდ შავი ზღვის წყლის მარილების შემცველობით (სხვა ზღვის მარილების დამატების გარეშე).

2.2. ულტრა(ნანო) დისპერსული ნალექები ალუმინის ჰიდროქსიდის და ზღვის წყლის მარილების შემცველობით

როგორც უკვე იყო აღნიშნული, სხვადასხვა სამედიცინო მასალებში (მაალოქსი, პროთეზები, ძვლები), იზოლატორებში, ცეცხლგამძლეებში და სხვა ტექნიკურ მასალებში და ნაკეთობებში მაგნიუმის ოქსიდებთან (ჰიდროქსიდებთან) ერთად დიდ გამოყენებას პოულობს ალუმინის ოქსიდი (ჰიდროქსიდი), განსაკუთრებით კი – კორუნდი. უკანასკნელის მიღება ადგილობრივი რესურსების ბაზაზე დამოუკიდებლად წარმოადგენს დიდ ინტერესს.

ამ მიზნით ჩატარებულია მრავალი ათეული ექსპერიმენტი ბუნებრივი ნედლეულის – ალუნიტის გამოყენების ბაზაზე. 600–700°C–ზე გამომწვარი ალუნიტი შეიცავს შაბს, კალიუმის და ალუმინის სულფატებს (რომლებიც კარგად იხსნებიან წყალში) და აქტიურ ამორფულ გამა-ალუმინის ოქსიდს.

დამუშავებულია აღნიშნული წყალხსნარებიდან ალუმინის ჰიდროქსიდის მიღების მეთოდები, რომელთა ულტრადისპერსული ნალექების გამოყენება დიდ ინტერესს წარმოადგენს ნანოტექნოლოგიების განვითარებისათვის. მოდელური სისტემების შესწავლისთვის გამოყენებულია აგრეთვე ალუმინის სულფატის (ქიმიური რეაქტივის) წყალხსნარებიც.

ქობულეთის და ურეკის ზღვის წყლის pH შეადგენდა 5,0–5,5, ხოლო გამომწვარი ალუნიტის და ალუმინის სულფატის ხსნარების კი – 3,0–4,0–ს (ე.ი. ორივე ტიპის სითხეები ხასიათდებიან მჟავური რეაქციით), ამიტომ ისინი ერთმანეთთან ნარევი არ იძლევიან შესამჩნევი რაოდენობის ნალექს (თუმცა

იძლევიან გამჭვირვალე თხელ ჟელეს). მაგრამ დამლექავი ტუტე წყალხსნარების გამოყენების შემთხვევაში იძლევიან დიდი რაოდენობის ულტრადისპერსულ ნალექს.

მაგალითად, შავი ზღვის წყლის, გამომწვარი ალუნიტის (ან ალუმინის სულფატის) წყალხსნარის და ტუტე რეაქციის მქონე დამლექავი წყალხსნარის ნარევი, ზღვის მარილების დამატებით (ან მათ გარეშე), მიიღება დიდი რაოდენობის ნალექი, რომელიც მომენტალურად ავსებს მთელ მენზურას, შემდეგ კი ილექება და გვადლევს ნალექს: 1 სთ–ში – 240 მლ–ს, 2 სთ–ში – 215 მლ–ს, 3 სთ–ში – 210 მლ–ს, 1 დღეში – 200 მლ–ს (ყველაზე მეტს მიღებული ნალექებისგან).

ამგვარად, 1 დღეში ქალაქის ფილტრზე შედედებული სველი ნალექის მასა დაახლოებით შეადგენს 50 გრამს 250 მლ ხსნარების ნარევისგან, ან 200 გრამს/ლიტრზე, ამ 200 კგ–ს ტონა ხსნარების ნარევი (ანუ 20%-ს).

ეს სველი ნალექი, გარდა მაგნიუმის და ალუმინის ჰიდროქსიდებისა, შეიცავს ხსნად მარილებსაც, რომელთა არსებობა სასურველია სხვადასხვა დაავადებათა მკურნალობისთვის, მაგრამ თუ არ არის საჭირო ამ ხსნადი მარილების შემცველობა, მაშინ ძაბრში ქალაქის ფილტრზე ხდება მიღებული ნალექის ჩარეცხვა თბილი წყლით 5–ჯერ (და მეტად). ამ შემთხვევაში მიიღება ჩარეცხილი ალუმინის და მაგნიუმის ჰიდროქსიდების ნარევი. სასურველი რაოდენობა და ჰიდროქსიდების თანაფარდობა ერთმანეთთან რეგულირდება ხსნარების ნარევების კონცენტრაციის და ერთმანეთთან რაოდენობრივი თანაფარდობის საშუალებით.

არსებული კარიერებიდან გამომდინარე სასურველია, რომ საქართველოში გამოყენებული იყოს აზერბაიჯანის, იტალიის ან ჩინეთის ალუნიტი.

3. ზღვის მარილების წყალხსნარებისგან მიღებული ქელესებური მასები (პასტები, მალამოები) და ფხვნილები

ცნობილია, რომ შავი ზღვის მარილიანობა ნაკლებია (~1,8-2,0%), ვიდრე ხმელთაშუა ზღვის და ოკეანის (~3,5%), განსაკუთრებით კი – ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ (~25%). დიდ მანძილებზე ზღვის (ოკეანის) წყლის გადაზიდვები და შემდეგ მათგან მცირე რაოდენობის მარილების ან(და) მაგნიუმის ჰიდროქსიდის მიღება გამოიწვევს სატრანსპორტო ხარჯების გაზრდას, რის გამოც ზოგიერთ შემთხვევაში შესაძლებელია უფრო ეფექტური იყოს თვით მზა ფხვნილისებური (კრისტალური) ნაყიდი ზღვის მარილების გამოყენებაც. ამ მიზნით მრავალი ექსპერიმენტი იყო ჩატარებული უკრაინის, რუსეთის, იტალიის და ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ მარილების წყალხსნარებზე (ზღვის წყლის გადაზიდვების გარეშე).

ყველა აღნიშნული ზღვის მარილი (კრისტალების სახით) გამოიყენება წყლის აბაზანების სახით 10–20 წუთის განმავლობაში მრავალი დაავადების მკურნალობისთვის, როგორებიცაა:

- წნევის მკვეთრი ცვლილებები.
- ძლიერი გადაღლილობა, მძიმე ფიზიკური და ემოციური შრომა,
- კანის დაავადებებისა და ტოქსინების მოსაცილებლად, ნერვიული სისტემის გასამაგრებლად, უძილობის დროს,
- Na, K, Ca, Mg, Fe, SO_4^{2-} -ის იონების შემცველობის გამო ეს მარილები ახდენენ მრავალ ცნობილ დადებით ზემოქმედებას ადამიანის ორგანიზმზე.

აღნიშნული კრისტალური (ნატეხოვანი, ფხვნილისებური, ფრაქცია 1–5 მმ) მარილების ბაზაზე ჩვენ მიერ მიღებულია ქელესებური მასები, პასტები, სამკურნალო თეთრი ტალახები (ახტალის ტალახის მსგავსი ბალნეოლოგიური დანიშნულებისთვის) და მათგან კი მაგნიუმის ჰიდროქსიდები, მარილების შემცველობით ან მათ გარეშე (5–10–ჯერ თბილი წყლით ჩარეცხვის შემდეგ).

ვარიანტი 1. აღნიშნული ზღვის მარილების წყალხსნარები კონცენტრაციით 10–20% (pH = 3–5) და გამომწვარი ალუნიტის წყალხსნარები (pH = 3–4) იძლევიან ქელეს მომენტალურად და ინარჩუნებენ ამ მდგომარეობას ხანგრძლივად

(დახურულ ჭურჭელში) ან თანდათანობით შრებიან და იძლევიან ულტრადისპერსულ ჯერ პასტას, ხოლო შემდეგ – ფხვნილებს (ჰაერზე, ოთახის ტემპერატურაზე). ჟელე შეიცავს ზღვის მარილებს და მაგნიუმის და ალუმინის ჰიდროქსიდებს (მცირე რაოდენობით). ჰიდროქსიდების რაოდენობის გაზრდის მიზნით ამ ნარევეს ემატება სხვადასხვა კათიონების და ანიონების შემცველი ტუტე წყალხსნარები.

ვარიანტი 2. მაგნიუმის ჰიდროქსიდის რაოდენობის გაზრდის მიზნით ზღვის მარილის წყალხსნარს (კონცენტრაციით 10%) დაემატა ექსომიტის (მაგნიუმის სულფატის, ქიმიური რეაგენტის) წყალხსნარი (კონცენტრაციით 8%, pH = 5), ხსნარების მოცულობების ფარდობით 1:1. ეს ნარევი არ ილექება, მაგრამ მათ თუ დაემატა 10% კონცენტრაციის ტუტე წყალხსნარი, მაშინ ნალექის რაოდენობა შეადგენს 90, 70, 60 და 39%-ს წყალხსნარების ნარევისგან, შესაბამისად, 1, 3, 5 და 24 საათში, ხოლო, ამასთანავე, კიდევ თუ დაემატება მეოთხე კომპონენტი – გამომწვარი ალუნიტის წყალხსნარი (10%-ის რაოდენობით), მაშინ იგივე დროში თეთრი ნალექის რაოდენობა შეადგენს ხსნარების მოცულობის 95, 92, 87 და 80%-ს.

ვარიანტი 3. მაგნიუმის ჰიდროქსიდის დიდი რაოდენობით მიღებისთვის შეიძლება მხოლოდ ექსომიტის წყალხსნარების გამოყენება, რომლებიც 2-კომპონენტთან სისტემაში ტუტე წყალხსნარებთან ნარევაში იძლევიან საუკეთესო თეთრი ფერის ნალექებს და კამკამა გამჭვირვალე ფილტრატს, რომელიც ტუტე რეაქციის გამო ისევ შეიძლება გამოყენებული იყოს წარმოებაში ტუტე ხასიათის ნივთიერებების ხარჯის შემცირების მიზნით.

თეთრი ნალექის რაოდენობა 250 მლ-იან მენზურაში შეადგენდა 1 სთ-ში 250 მლ-ს, 2 სთ-ში – 240 მლ, 3 სთ – 195 მლ, 4 სთ – 180 მლ, 1 დღეში – 150 მლ-ს (ანუ 60%-ს) ექსომიტის წყალხსნარის მოცულობისგან).

ვარიანტი 4. როგორც აღნიშნული იყო, ვარიანტში 3 გამოყენებული იყო კამკამა, გამჭვირვალე ფილტრატი (pH = 12) და მას დაემატა გამომწვარი ალუნიტის (ან ალუმინის სულფატის) წყალხსნარი ისე, რომ წარმოქმნილი ნალექიანი ხსნარის

pH იყო 8–9. მენზურა მომენტალურად შეივსო ნალექით, რომელიც ილექება 300 მლ ხსნარების ნარევისგან 1 საათში ნალექის სიმაღლე იყო 270 მლ, 2 სთ–ში – 240 მლ, ხოლო 1 დღეში – 220 მლ (ე.ი. 73,5 %-ს ხსნარების ნარევისგან), რომელიც ძირითადად წარმოადგენს ალუმინის ჰიდროქსიდს (ფილტრატში არსებული ხსნადი მარილების მინარევებით).

1 დღეში ქალაღდის ფილტრზე არსებული სველი ნალექის მასა იქნება დაახლოებით 55 გრამი (300 მლ ხსნარების ნარევისგან და 220 მლ ნალექისგან) ანუ 183 გრ–ს 1 ლიტრზე ან 183 კგ ერთ ტონა ხსნარების ნარევზე.

ვარიანტი 5. 2–კომპონენტური ხსნარების ნარევის სისტემაში აღებული იყო ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ მარილის 20%-იანი კონცენტრაციის წყალხსნარი (pH = 3,5–4) და მას დაემატა 10%-იანი კონცენტრაციის ტუტე წყალხსნარი (pH = 13) ისე, რომ ფილტრატის pH = 8–9.

მომენტალურად მიღებულია თეთრი სქელი ნალექი მენზურის მთელ სიმაღლეზე, რომლის სიდიდე შეადგენდა 290 მლ–ს (300 მლ ხსნარების ნარევისგან) 1 სთ–ში, 275 მლ–ს 2 სთ–ში და 240 მლ–ს 1 დღეში.

ასეთი მოცულობის სველი ნალექი 1 დღეში ქალაღდის ფილტრზე გვამღევს დაახლოებით 60 გრამს (300 მლ ხსნარების ნარევისგან), ანუ 200 გრ/ლიტრზე ან 200 კგ–ს 1 ტონა ხსნარების ნარევზე.

მიღებული ნალექი ძირითადად წარმოადგენს მაგნიუმის ჰიდროქსიდს, „მკვდარი ზღვის“ მარილების მინარევებით (ჩარეცხვის გარეშე).

ვარიანტი 6. გამოყენებული ზღვის მარილების წყალხსნარებზე (უკრაინის, რუსეთის, იტალიის) ცალ–ცალკე (ან მათ ნარევებზე) დამატებულია ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ მარილის წყალხსნარები (სხვადასხვა რაოდენობით და სხვადასხვა კონცენტრაციის), მათი pH შეადგენდა 3-5-ს. აღნიშნული ხსნარების ნარევებს ემატებოდა დამღეჯავი ტუტე წყალხსნარები (pH = 12-13), რის შედეგადაც მიღებულია მაღამოების და მაგნიუმის ჰიდროქსიდის მრავალი სისტემები, მაგალითად, 300 მლ ხსნარების ნარევისგან მიღებულია 180 მლ მენზურის ნალექი

1 დღეში (№51), ან 140 მლ ნალექი (№52) და მრავალი სხვა, ნალექის მაღალი რაოდენობით.

ვარიანტი 7. როგორც უკვე იყო აღნიშნული, სისხლის მიმოქცევის რეგულირებისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს 2-ვალენტური რკინის იონების შემცველობას სამკურნალო საშუალებებში (აჯასპი, купорос). ამ მიზნით გამოყენებული იყო საქართველოს ბუნებრივი მჟავური ხასიათის მდინარის წყალი (pH = 3), რომელიც შეიცავდა FeSO₄-ს.,

ეს მჟავური ბუნებრივი წყალი გამოყენებული იყო სხვადასხვა დანიშნულებით:

- ა) რკინის ჰიდროქსიდის მისაღებად (მეტალურგიისთვის);
- ბ) მზა მალამოებში ან მაგნიუმის და ალუმინის ჰიდროქსიდებთან შესარევად და
- გ) ისრაელის „მკვდარი ზღვის“ მარილის წყალხსნარებთან (pH = 3,5-4,0) ნარევში (მოცულობითი თანაფარდობით 1:1) რკინის და მაგნიუმის ჰიდროქსიდების ნალექებთან ერთად ზღვის მარილების და 2-ვალენტური რკინის იონების ერთობლივად არსებობის მიზნით (№47).

წყალხსნარის დამატებით აღნიშნულ ბოლო (გ) ექსპერიმენტში მიღებულია მწვანე ფერის ნალექი, რომლის მოცულობა შეადგენდა: 1 სთ-ში – 270 მლ-ს (მენზურის 275 მლ ხსნარების ნარევისგან), 2 სთ-ში – 265 მლ-ს, ხოლო 1 დღეში – 230 მლ-ს.

ქალაქის ფილტრზე 1 დღეში არსებული სველი ნალექის საშუალო მასას თუ მივიღებთ 0,25 გრ/მლ მენზურის ნალექზე, მაშინ 275 მლ ხსნარების ნარევისგან მიღებული სველი ნალექის მასა 1 დღეში იქნება 57,50 გრამი (230მლ x 0,25 გრ/მლ), ხოლო 1 ლიტრ ამ ხსნარების ნარევეზე კი – 209,9 გრამი ან დაახლოებით 210 კგ ერთ ტონა ნარევეზე, რაც მოგვცემს საკმაოდ მაღალ ტექნიკურ-ეკონომიკურ ეფექტს, რადგან გვექნება საშუალება, რომ განვაავითაროთ რკინის, ფერო-მანგანუმის და მათი შენადნობების მცირე სიმძლავრის საწარმოები, კორუნდის და მაგნიუმის ოქსიდის სხვადასხვა ნაწარმთან ერთად, რაც დაასაქმებს მოსახლეობას, სტუდენტებს და ახალგაზრდა სპეციალისტებს და მოგვცემს დადებით შედეგს.

II ნაწილი

4. მაღალი სიმტკიცის მასალების მიღება დაბალტემპერატურული ნანოტექნოლოგიის მეთოდებით

4.1. მაგნიუმ-ალუმინატური შპინელის მიღება

გამოყენებული იყო ქობულეთის (და ურეკის) ზღვის წყალი და ზაგლიკის (აზერბაიჯანის) ადგილმდებარეობის ბუნებრივი მთის ქანი – ალუნიტი.

აღნიშნული იყო, რომ 600–700°C-ზე გამომწვარი ალუნიტი შეიცავს უწყლო შაბს, კალიუმის და ალუმინის სულფატებს და აქტიურ ამორფულ ალუმინის ოქსიდს. იგი კარგად იხსნება წყალში. წყალხსნარი შეიცავს კალიუმის, ალუმინის და სულფატ-იონებს. ამ წყალხსნარზე ტუტე რეაქციის მქონე ხსნარების მოქმედების შედეგად მომენტალურად წარმოიქმნება ალუმინის ჰიდროქსიდი – $\text{Al}(\text{OH})_3$, რომლის გამოწვის შედეგად მიიღება ალუმინის ოქსიდი (კორუნდი).

ნანოტექნოლოგიის განვითარებისთვის ულტრადისპერსული მაგნიუმის და ალუმინის ჰიდროქსიდის ერთდროულად გამოლექვის მიზნით წინასწარ შეერევა ერთმანეთს ზღვის წყალი და მიღებული ალუნიტის წყალხსნარი, რათა ამ სითხეების ერთგვაროვანი ნარევისგან მიღებულ იქნეს ასევე ერთგვაროვანი ჰიდროქსიდების ულტრადისპერსული ნალექების ნარევი (რაც არ მიიღწევა მაგნიზიტის და ალუმინის ოქსიდის შემცველი ბუნებრივი ქანების მოპოვების, დამსხვრევის, დაფქვის და სხვა ფიზიკურ-მექანიკური პროცესების გამოყენების დროს).

ულტრადისპერსული ერთგვაროვანი ნალექების მიღება იძლევა საშუალებას, რომ 800–900°C-ზე მყარ ფაზათა რეაქციის შედეგად მიღებულ იქნეს მაგნიუმ-ალუმინატური შპინელი ($\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ ან MgAl_2O_4). იგი წარმოადგენს საუკეთესო ცეცხლგამძლე მასალას (ლღობის ტემპერატურაა 2135°C და შეიცავს 28,3% MgO -ს და 71,7% Al_2O_3 -ს), რომელიც თანდათანობით მეტ გამოყენებას პოულობს ცემენტის კლინკერის წარმოებაში მბრუნავი ღუმელის შეცხოვის ზონის ამოსაგებად (სადაც ნამწვი აირების ტემპერატურა შეადგენს 1600-1700°C-ს). ამჟამად კი ამ ზონაში ამონაგად უმეტესად გამოიყენება ძვირადღირებული და დეფიციტური

მაგნეზიტის, ქრომომაგნეზიტის და სხვა მაღალცეცხლგამძლე ნაკეთობა, რომელთა გამოწვა წარმოებს 1600-1700°C-ზე.

ზღვის წყლისგან გამოლექილი მაგნიუმის ჰიდროქსიდის და ალუმიტის წყალხსნარებისგან გამოლექილი ალუმინის ჰიდროქსიდების ერთგვაროვანი ნარევის 800–900°C-ზე გამოწვის დროს მიმდინარე ქიმიური რეაქციის შედეგად მიღებულია შპინელი: $Mg(OH)_2 + 2Al(OH)_3 = MgAl_2O_4 + 4H_2O$.

მიღებული მასალის რენტგენოგრამა შეიცავს შპინელის ყველა ძირითად მაქსიმუმს ($d = 2,858; 2,436; 2,021; 1,555; 1,429\text{\AA}$, იხ. დანართი 1), რაც მეტყველებს იმაზე, რომ ულტრა(ნანო) დისპერსული ნალექების ნარევი დაბალ ტემპერატურაზე (800–900°C) მყარ ფაზათა რეაქციით იძლევა კრისტალური ნივთიერებებისთვის დამახასიათებელ მკვეთრ რენტგენოგრამას.

აღნიშნულ დაბალ ტემპერატურაზე გამომწვარი ნიმუშების სიმტკიცე კუმშვაზე შეადგენდა 100–500 კგმ/სმ² (10–50 მპა), ხოლო მაღალ ტემპერატურაზე (1200–1300°C) შემცხვარი ნიმუშების კი – 1100–1200 კგმ/სმ² (110–120 მპა), რაც მაღალი მაჩვენებელია ცეცხლგამძლე მასალებისთვის.

ამგვარად, პრაქტიკულად ულევო მარაგების მქონე ზღვის (ოკეანის) წყლისგან და თითქმის გამოუყენებელი, მაგრამ საკმაოდ გავრცელებული, ბუნებრივი ნედლეულისგან – ალუმიტისგან შესაძლებელია ნანოტექნოლოგიით მიღებულ იქნეს დეფიციტური მასალა – მაგნიუმის ალუმინატი (შპინელი).

ასევე შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ალუმინის იონის შემცველი საქართველოს ბუნებრივი წყლები (ზღვის წყალთან ერთად ან მის გარეშე – კორუნდის, მულიტის – $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ და სხვა დეფიციტური მასალების მისაღებად).

4.2. სამედიცინო მასალების და ნაკეთობათა მოდულების მიღება

ზღვის (ოკეანის) წყლისგან მიღებულმა ულტრა(ნანო) დისპერსულმა მაგნიუმის ჰიდროქსიდმა შეიძლება დიდი გამოყენება ჰპოვოს ორთოპედიულ-სტომატოლოგიური ნაკეთობების დასამზადებლად სხვა ულტრა(ნანო) დისპერსულ ჰიდროქსიდებთან ერთად (კალციუმის, ალუმინის, სილიციუმის, ტიტანის, ფოსფორის და სხვ.).

შესწავლილია 2-, 3-, 4- და 5-კომპონენტური სისტემები აღნიშნული ნაერთების შემცველობით. კომპონენტები მიღებულია შესაბამისი ელემენტების

ნაერთების წყალხსნარებისგან ჟელესებური მასების, პასტების, ნალექების და ფხვნილების სახით.

ბუნებრივად შემშრალი (ან ხელოვნურად გამშრალი) აღნიშნული კომპონენტების ერთგვაროვანი ნარევები ნაყარი ფხვნილების, დაყალიბებული ბურთულების ან ტიგელებში ჩატკეპნილი ნარევების სახით გამოიწვებოდა მუფელის ღუმელში 700–900°C-ის ინტერვალში შემცხვარი ან გამლღვალი მასის მიღებამდე. შესწავლილი იყო 50 შედგენილობის სხვადასხვა კაზმი, რომელთა მიღების ძირითადი პირობები მოცემულია ქვევით.

აღნიშნული სამედიცინო (ტრავმატოლოგიური) მასალებისაგან დიდი მნიშვნელობა აქვს ძვლების, პროთეზების, თითების, ნეკნების, ხერხემლის, სახსრების და სხვა ნაკეთობებს, ზოგჯერ არმირებულს, ძაფისმაგვარი კრისტალების შემცველს, ფორიანს (მაგრამ მაღალი სიმტკიცის მქონეს) და სხვ.

გამოყენებული ფხვნილების მოცულობითი მასა შეადგენდა (მიახლოებით, ნაყარ მდგომარეობაში): მაგნიუმის ჰიდროქსიდის – 0,4; კალციუმის ჰიდროქსიდის – 0,6; ალუმინის და სილიციუმის ჰიდროქსიდების ნარევის – 0,5, ფოსფორის და სილიციუმის ჰიდროქსიდური ნარევის – 0,7, ტიტანის დიოქსიდის – 0,8; გაცრილი საჩხერის ქვიშის – 2,14; ახტალის მშრალი ტალახის – 1,0 გრ/სმ³.

გარდა აღნიშნულისა, გამოყენებული იყო გაყიდვაში არსებული ზღვის თეთრი და მუქი ფერის თიხა (ანაპის) ძლიერ პლასტიური (და ძვირადღირებული), რომლებიც 3–5%-ის რაოდენობით საკმარისია მჭლე ფხვნილების დასაყალიბებლად და ნაკეთობის ფორმის შესანარჩუნებლად.

ერთი და იგივე კომპონენტების გამოყენების შემთხვევაშიც კი იცვლებოდა კაზმების შედგენილობა, მაგრამ ქვევით აღნიშნულია მათი საშუალო მონაცემები, რომლებიც ახასიათებენ სასურველი მასალების მიღების ძირითად პირობებს, მაგალითად:

კაზმი 1. შეიცავდა ახტალის ბალნეოლოგიურ მშრალ ტალახს (5–10%) ან ნაყიდ ზღვის თეთრ ან მუქი ფერის თიხებს (3–5%), ზღვის წყლისგან გამოლექილ (და ჩარეცხილ) მაგნიუმის ჰიდროქსიდს, ალუმინ–სილიკატური ნალექის ფხვნილს, მალღობელს და წყალს (ნორმალური კონსისტენციის ცომის მისაღებად).

დაყალიბებულ იყო ბურთულა, რომელიც 1 დღე მაგრდებოდა ჰაერზე, ხოლო შემდეგ გამოიწვებოდა მუფელის ღუმელში.

კონკრეტული დაყალიბებული ბურთულა შეიკრა 30-40 წუთში, შემაგრდა 1 დღეში, გამოიწვა 800-850°C-ზე, შეცხვა, აქვს დიდი სიმტკიცე (არანაკლები 1000 კგ/სმ², 100 მპა), არ იჩხაპნება წვეტიანი ლითონით, არ იხეხება ქლიბით, ყვითელი ან ყავისფერია.

იგივე კაზმს ახტალის ტალახის შემცველობით შეერია ულტრადისპერსული კალციუმის ჰიდროქსიდი და საჩხერის გაცრილი ქვიშა, დამზადდა ბურთულა. 800°C-ზე გამოწვის შემდეგ მიღებულია შემცხვარი, მაგარი, უზზარებო, ყავისფერი ბურთულა.

იგივე კაზმი ანაპის თეთრ თიხაზე მიღებული შემცხვარ-ჩამლღვალი 850°C-ზე არის ყავისფერი, მაგარი და ფორიანი (0,5-1 მმ-ის დიამეტრით).

იგივე კაზმი ანაპის თეთრ თიხაზე მიღებული კალციუმის ჰიდროქსიდის შემცველობით არის რუხი ფერის, მაგარი, დიდი ფორების (2-3 მმ) შემცველობით (850°C-ზე გამოწვის და შეცხოვა-გაღლობის შემდეგ).

იგივე კაზმი, მაგრამ წყლის ნაცვლად ბუნებრივი რკინის აჯასპის (кунорос) შემცველი მჟავური წყლის (pH = 3) გამოყენების შემთხვევაში ბურთულა შეიკრა 15-20 წთ-ში, 800-850°C-ზე გამოწვის შემდეგ შეცხვა, მაგარია, ყვითელია, არ იჩხაპნება წვეტიანი ლითონით, არ იხეხება ქლიბით.

აღნიშნული კაზმი (თიხის და ტალახის გარეშე) მხოლოდ მაგნიუმის ჰიდროქსიდის და ალუმინ-სილიკატური ნალექის ფხვნილის შემცველობით წყალთან ნარევაში პლასტიური ცომის ბურთულას და წყლის გარეშე მშრალი ფხვნილების ნარევის (ჩაყრილი ტიგელში) გამოწვის შემდეგ 800-850°C-ზე იძლევა თეთრი ფერის, მაგარ, უზზარებო მასას როგორც ტიგელში, ისე მის გარეშე ნაკეთობის სახით.

ამგვარად, სამკურნალო დანიშნულების ზღვის თიხები (ანაპის) და ახტალის ბალნეოლოგიური ცნობილი ტალახი შეიძლება გამოყენებულ იყოს ზღვის წყლისგან მიღებული ულტრადისპერსული მაგნიუმის ჰიდროქსიდის და სხვა დისპერსული სისტემების ნარევისგან ნაკეთობის დასაყალიბებლად, ფორმის

შესანარჩუნებლად და გამოსაწვავად შეცხოვის ტემპერატურაზე (დაახლოებით 800°-მდე). უფრო მაღალ ტემპერატურაზე ისინიც ლღვებიან სხვა დისპერსულ კომპონენტებთან ერთად და იძლევიან სხვადასხვა ფერის ფორიან ან უფორებო, მაგარ მასალებს.

კაზმი 2. როგორც ცნობილია, ძვალი შეიცავს ძირითადად, კალციუმს და ფოსფორს ოქსიდური ნაერთების სახით. ხელოვნურად დამზადებული აქტიური პროთეზები (ძვლები), გარდა ამისა, შეიცავენ მაგნიუმს, სილიციუმს, ალუმინს და სხვა ელემენტებს (მათი ოქსიდებისგან მიღებული ნაერთების სახით, როგორებიცაა – ფოსფატები, სილიკატები, ალუმინატები, ალუმინ-სილიკატები და სხვ.).

ქვევით მოცემული კაზმების ნარევეებში გათვალისწინებულია ფოსფორის ოქსიდის შემცველი ულტრადისპერსული კომპონენტის არსებობა სხვა დანარჩენ უკვე აღნიშნულ (კაზმში 1) კომპონენტებთან ერთად, და ამ კომპოზიციების გამოწვის პირობები შემცხვარი და გამლღვადი მასალების მიღებამდე.

მაგალითად, კაზმი შეიცავს ფოსფატური ჟელესებური მასის ფხვნილს და ზევით მოცემული ცალკეული და ყველა ულტრადისპერსული ფხვნილების ნარევეს, რომელთა შესახებ აღნიშნული იქნება ქვევით.

ფოსფატური და ალუმინატურ-სილიკატური ჟელესებური მასის 10-ჯერ ჩარეცხილი ფხვნილების ნარევი ჩაყრილი ტიგელში და ამ ნარევისგან დამზადებული ბურთულა 850°C-ზე ლღვება (ორივე შემთხვევაში). ნალღობი თეთრია, ძალიან მაგარია, არ იხეხება ქლიბით და არ იკაწრება წვეტიანი ლითონით.

შედეგი იგივეა თუ ამ ნარევეს ემატება ცალ-ცალკე $Mg(OH)_2$ და $Ca(OH)_2$ ან ორივე ერთად, მაგრამ განსხვავებაა ის, რომ კალციუმის ჰიდროქსიდის შემცველობის დროს შეცხოვას და ლღობას ესაჭიროება 30–50°C-ით მეტი ტემპერატურა, ვიდრე მის გარეშე მომზადებულ ნარევეს.

შესწავლილია სხვა ვარიანტებიც, როდესაც ნარევეში გვაქვს მხოლოდ ფოსფატურ-სილიკატური ფხვნილი და $Ca(OH)_2$ (ან მის გარეშეც). მშრალი ნარევი ჩატკეპნილი ტიგელში 860°C-ზე გალღვა და ძლიერ მაგრად მიაცხვა კორუნდის ტიგელის ძირსაც და გვერდებსაც.

ნაღობი თეთრია, მაგარია (სიმტკიცე კუმშვაზე არა ნაკლები 1000 კგ/სმ², 100 მპა). კალციუმის ჰიდროქსიდის შემცველობის რეგულირებით შესაძლებელია მცირე რაოდენობის და მცირე ზომის (0,5-1,0 მმ) ფორების შეთავსება (ძვალში, პროთეზებში, საჭიროების შემთხვევებში) მაღალ სიმტკიცესთან ერთად.

ასევე მიღებულია მაღალი სიმტკიცის, თეთრი, ტიგელში შემცხვარ-ჩამლღვარი მასა, რომელიც არმირებულია მავთულებით, ღუნვაზე სიმტკიცის გაზრდისა და მოტეხილობის შემცირებისთვის (ძვლის, პროთეზის მოდელი).

კაზმი 3. ბოლო წლებში დიდ გამოყენებას პოულობს ტიტანი და მისი დიოქსიდი, რადგან ტიტანი ხასიათდება გამორჩეული კოროზიამდგრადობით, არ იჟანგება ჰაერზე, მდგრადია ზღვის წყალში, ტიტანის დიოქსიდი კი გამოიყენება ძნელადდნობადი მასალების მისაღებად. ოთხვალენტური ტიტანი ჩაენაცვლება იგივე ვალენტობის სილიციუმს და გვამღვეს მსგავს ნაერთებს, მაგალითად – CaTiO_3 (პეროვსკიტი), CaTiSiO_5 და სხვ.

ტიტანი გავრცელებულია დედამიწის ქერქში (0,6%). სილიკატებში ხდება მისი იზომორფული ჩანაცვლება სილიციუმის ნაცვლად. იგი იწვევს ოქსიდური მასალების სიმტკიცის ზრდას.

აღნიშნული გარემოებების გათვალისწინებით, მიღებული შემცხვარ-გამლღვარი მასალების სიმტკიცის გაზრდისა და მათი თვისებების რეგულირებისთვის წინა კაზმებში გამოყენებულ კომპონენტებთან ერთად მათში შეტანილი იყო ტიტანის დიოქსიდი (TiO_2).

შესწავლილი იყო რამდენიმე ათეული ვარიანტი, რომელთაგან მიღებული საშუალო შედეგები მოცემულია ქვევით.

შესწავლილია ნარევი (კაზმები), რომლებიც შეიცავდნენ ტიტანის დიოქსიდს (10–20%), ფოსფატურ-სილიკატურ ფხვნილს, ალუმინატურ-სილიკატურ ფხვნილს და მალღობელს. ფხვნილი ჩატკეპნილი იყო ტიგელში. 800–850°-ზე ნარევი შეცხვა, თეთრ-მოყვითალოა (ძვლის ფერია), ძლიერ მაგარია (არა ნაკლები 1500 კგ/სმ², 150 მპა), არ აქვს ბზარები, ჩაკრულია ტიგელში, აქვს დიდი შეკლება.

იგივე კომპონენტების ნარევი დამატებით შეტანილია მაგნიუმის და კალციუმის ჰიდროქსიდები. ფხვნილების მშრალი ნარევი ჩატკეპნილია ტიგელში. 850°C-ზე ნარევი შეცხვა ტიგელში, ძალიან მაგარია, მოთეთრო-მოყვითალოა, არ იხეხება ქლიბით, არ იკაწრება წვეტიანი ლითონით (ეს შეეხება ყველა კაზმს). 5-კომპონენტის კაზმებში ყველა აღნიშნული კომპონენტის რაოდენობა იცვლებოდა 10-30%-ის ფარგლებში, ყველა სხვა კაზმებში კი 10-50%-ის ფარგლებში.

ძვლის მსგავსი მცირე ზომის ნაკეთობის (მაგ. თითის) მიღების მიზნით აღნიშნული მასები ჩატენილი იყო ლითონის ფორმაში (ცილინდრი სიმაღლით 5 სმ, დიამეტრი - 2სმ). 850°C-ზე გამოწვის შემდეგ მასა შეცხვა, ადვილად აძვრა ლითონის ფორმას, ძლიერ შეიკლო, მოყვითალოა, ცილინდრია (რომელსაც ლითონების სალეს დანადგარზე მიეცა თითის ფორმა), მაგარია, არ აქვს ბზარები (იხ. დანართი 3).

ცილინდრი (თითის მოდელი) მიღებულია აგრეთვე აღნიშნული ტიტანის და ფოსფორის შემცველი ოქსიდური მასებისგან გაცრილი ქვიშის დამატებით (1:0,5, 1:1). 850°C-ზე გამოწვის შემდეგ (ლითონის ფორმაში) მიღებულია ძალიან მაგარი ცილინდრი, რომელიც არ ტყდება ჩაქუჩის დარტყმით (გარდა ყველა ზევით ჩამოთვლილი მახასიათებლებისა), აქვს ნაკლები შეკლება და ადვილად იხსნება ლითონის ფორმისგან.

მიღებულია ლითონის მავთულით და სილიკატური ძაფით არმირებული შემცხვარ-ლღობილი აღნიშნული მასალები.

ამგვარად, მიღებულია აქტიური ძვლის ტიპის მოდელური სისტემები კალციუმის, მაგნიუმის, ფოსფორის, სილიციუმის, ალუმინის და ტიტანის ოქსიდური ნაერთების შემცველობით, რომელთა შეცხოვა და ლღობა წარმოებს 800-850-°C-ზე მცირე რაოდენობის მაღლობლების დამატებით (მათ შორის მინის ლეწის გამოყენებითაც). ზოგიერთ კაზმში შეტანილია გაცრილი ქვიშა (შეკლების შემცირების მიზნით), რაც აადვილებს ლითონის ფორმიდან ნაკეთობის ამოღებას და ზრდის მის სიმტკიცეს.

ნაკეთობა შეიძლება იყოს არმირებული მავთულით, სილიკატური ძაფით ან ბოჭკოსებური კრისტალებით.

დასკვნები

1. შავი ზღვის წყლისგან და ზღვის მარილების წყალხსნარების ნარევებისგან (ან მათ გარეშე) მიღებულია ჟელესებური მასები, პასტები, მალამოები და მაგნიუმის ჰიდროქსიდის ულტრა(ნანო) დისპერსული ფხვნილები, რომელთა გამოყენება მიზანშეწონილია სამედიცინო და ტექნიკური მასალების და ნაკეთობების მისაღებად.

2. ულტრადისპერსული მაგნიუმის ჰიდროქსიდის ბაზაზე დაბალტემპერატურული ნანოტექნოლოგიით მიღებულია მაგნიუმის ალუმინატი (შპინელი), რომელიც გამოირჩევა მაღალი ცეცხლგამძლეობით და შეიძლება გამოყენებული იყოს ღუმელების ამოსაგებად 1600-1700°C-ზე მუშაობისთვის.

3. სამედიცინო ნაკეთობათა მოდელების მიღების მიზნით (ძვლები, პროთეზები და სხვ.) გამოყენებულია მაგნიუმის, კალციუმის, ფოსფორის, ალუმინის, სილიციუმის და ტიტანის ოქსიდური ულტრადისპერსული მასები, რომელთა დაბალტემპერატურული (800–850°C) შეცხოვით და ლღობით დამზადებულია მაღალი სიმტკიცის ნაკეთობა (1000–1500 კგ/სმ², 100–150 მპა და მეტიც).

მიღებულია დადებითი შედეგები.

4. საჭიროა მიღებული მალამოების და ორთოპედიულ–სტომატოლოგიური მასალების გამოცდა კანის დაავადებათა ინსტიტუტში, ბალნეოლოგიურ, ტრავმატოლოგიურ და სხვა სამედიცინო დაწესებულებებში.

დანართები

1. მაგნიუმ–ალუმინატური შპინელის რენტგენოგრამა;
2. შავი ზღვის წყლისგან მიღებული პასტები და მალამოები;
3. შემცხვარ–ლღობილი მოდელოური სისტემები პროთეზების, ძვლების და

სხვა ნაკეთობათა დამზადებისთვის:

- თითის მოდელი;
- არმირებული მოდელი;
- ტიგელში ჩამლღვალი თეთრი ნიმუში;
- ტიგელში შემცხვარი თეთრი ნიმუში.

III ეტაპის მოკლე ანგარიში

სტუ-ს სახელშეკრულებო თემაზე დასახელებით:

„შავი ზღვის წყლის კომპლექსური გადამუშავება სამედიცინო და ტექნიკური მასალების მისაღებად და მათი კვლევა“

III ეტაპი – დამამთავრებელი (ნოემბერ–დეკემბერი 2016წ.)

სამეცნიერო-კვლევითი თემა სრულდება სილიკატების ტექნოლოგიის მიმართულებაზე სტუ-ს გრანტის შესაბამისად, რომელიც დაფინანსებულია 2016 წელს 8 თვით (მაისი–დეკემბერი) 10 ათასი ლარის მოცულობით. I ეტაპი შესრულებულია მაის–აგვისტოში, II – სექტემბერ–ოქტომბერში, III, დამამთავრებელი – ნოემბერ–დეკემბერში.

III ეტაპის სამუშაო გეგმის შესაბამისად დაბალტემპერატურული (800–850°C) შეცხოვა-ლღობის მეთოდებით და მყარ ფაზათა რეაქციით მიღებულია მაგნეზიალურ-ალუმინატური ცეცხლგამძლე მასალა (შპინელი – ლღობის ტემპერატურით 2135°C და სამუშაო ტემპერატურით 1600-1700°C) და მაღალი სიმტკიცის (1000–1500 კგ/სმ², 100–150 მპა და მეტი). ორთოპედიულ-სტომატოლოგიური ნაკეთობების მოდელები (პროთეზები, ძვლები, თითები, ნეკნები, ხერხემალი და სხვ.).

დაბალტემპერატურული ნანოტექნოლოგიით შეცხოვა-ლღობის მეთოდების გამოყენების მიზნით მიღებული იყო მაგნიუმის, კალციუმის, ფოსფორის, ალუმინის, სილიციუმის და სხვა ელემენტების ოქსიდური ულტრადისპერსული მასები ჟელეს, პასტის და ფხვნილების სახით.

მიღებულია დადებითი შედეგები.

წარმოდგენილია სამუშაოს მთლიანი ანგარიში.

თემის ხელმძღვანელი, პროფესორი:

თ. გაბადაძე

ა ნ ო ტ ა ც ი ა

სტუ-ს სახელშეკრულებო თემაზე დასახელებით „შავი ზღვის წყლის კომპლექსური გადამუშავება სამედიცინო და ტექნიკური მასალების მისაღებად და მათი კვლევა“

სამუშაო დაფინანსებულია 8 თვით 2016 წლის მაის–დეკემბრის ფარგლებში 10 ათასი ლარის მოცულობით. თემა შესრულებულია სილიკატების ტექნოლოგიის მიმართულებაზე (ხელმძღვ. ტ.მ.დ., პროფესორი თ. გაბადაძე).

შავი ზღვის წყალი აღებულია ურეკში და ქობულეთში. მიღებულია მაგნიუმის ჰიდროქსიდის და ზღვის მარილების შემცველი (ან მათ გარეშე ჩარეცხილი) ულტრა(ნანო) დისპერსული ჟელესებური მასები, პასტები, მალამოები, თეთრი სამკურნალო ბალნეოლოგიური დანიშნულების ტალახები და მათი ფხვნილები.

გარდა აღნიშნულებისა, ორთოპედიულ–სტომატოლოგიური და ტექნიკური დანიშნულების მასალების და ნაკეთობების მოდელების დამზადების მიზნით მიღებული და გამოყენებულია კალციუმის, ალუმინის, სილიციუმის, ფოსფორის, ტიტანის და სხვა ელემენტების ოქსიდური ნაერთების ულტრადისპერსული მასები და მათი ნარევები.

აღნიშნული ნაკეთობების 2-, 3-, 4- და 5-კომპონენტური სისტემებში დაბალტემპერატურული (800–850°C) შეცხოვა–ლღობის მეთოდებით მიღებულია მაღალი სიმტკიცის (1000-1500 კგ/სმ², 100-150 მპა და მეტი) მასალები და ნაკეთობების მოდელები (ძვლები, პროთეზები და სხვ.).

მიღებულია დადებითი შედეგები.

შემდგომ ეტაპზე მიღებული მასალების კვლევა საჭიროა განხორციელდეს მათი გამოყენების სავარაუდო სფეროების მიმართულებით (კანის დაავადებები, ბალნეოლოგია, ტრავმატოლოგია, ტექნიკა და ტექნოლოგია და სხვ.).

ტ.მ.დ., პროფესორი

თამაზ გაბადაძე