

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი

მარიამ ვიბლიანი



სამრეწველო ნარჩენების ტოქსიკურობის ხარისხის შესწავლა და
რემედიაციის შესაძლებლობები (სვანეთი-ზესტაფონი-ბოლნისი)

ნაშრომი შესრულებულია ქიმიის მაგისტრის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

ხელმძღვანელი: რუსუდან გიგაური

ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

თბილისი

2019

სარჩევი

შესავალი	6
თავი I. ლიტერატურის მიმოხილვა	
§1.1. ჰაერში, წყალში და ნიადაგებში დარიშხანის დასაშვები კონცენტრაციები.....	12
§1.2. ბოლნისის რაიონის ეკოსისტემებზე და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მადნეულის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატის გავლენა	16
§1.3. სილიკომანგანუმის მიღების ახალი ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება მანგანუმშემცველი და ნახშირბადშემცველი ნარჩენების გამოყენებით	17
თავი II. ექსპერიმენტული ნაწილი	
§2.1. სვანეთის არსენოპირიტული მადნის (FeAsS) ნარჩენების შესწავლა	21
§2.2. „მადნეულის“ საწარმოს ჩამდინარე კარიერული წყლიდან სპილენძის რემედიაცია	27
§2.3 ფეროშენადნობი ქარხნის მანგანუმშემცველი ნარჩენიდან (მტვერი) მანგანუმის სულფატის მიღება.....	31
დასკვნა.....	34
გამოყენებული ლიტერატურა	36

ანოტაცია

არასწორი ანთროპოგენული ზემოქმედებისა და სამთო-გამამდიდრებელი მრეწველობის ინტენსივობის ზრდასთან ერთად, სამრეწველო ნარჩენებით გარემოს დაბინძურების საკითხი სულ უფრო მეტ აქტუალობას იძენს. ჩვენი კვლევის საგანს წარმოადგენს სვანეთის დარიშხანშემცველი ნარჩენები, ქვემო ქართლის „მადნეულის“ საწარმოს ქალკოპირიტული მადნის ჩამდინარე კარიერული წყალი და ზესტაფონის ფეროშენადნობი ქარხნის მანგანუმშემცველი ნარჩენი მტვრის სახით.

პირველ ეტაპზე შესწავლილ იქნა სვანეთის არსენოპირიტული ნარჩენები ოთხი სხვადასხვა ობიექტიდან. საწყის ნიმუშებში განისაზღვრა დარიშხანის შემცველობები, ტოქსიკურობის ხარისხი, გავრცელების არეალი, ვალენტობა, ფორმები და pH. დარიშხანის ოქსიდური ფორმების რემედიაციის შესაძლებლობები. მეორე ეტაპზე შევისწავლეთ „მადნეულის“ ქალკოპირიტული მადნის ჩამდინარე კარიერული წყლის ქიმიური შედგენილობა და მისი გავლენა მდინარე კაზრეთულასა და მაშავერას ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე. სპილენძის რემედიაცია. მესამე ეტაპზე კი შესწავლილ იქნა ზესტაფონის ქარხნის მანგანუმშემცველი მტვრის ფიზიკურ-ქიმიური მინერალოგიური შედგენილობა, ჩატარდა რაოდენობითი-სპექტრალური და თერმოგრაფიმეტრიული კვლევები. მტვრის რემედიაცია მანგანუმის სულფატის მიღების მიზნით.

დავადგინეთ, რომ სვანეთის ოთხივე ობიექტზე დარიშხანის პროცენტული შემცველობა ძალიან მაღალია და შეადგენს 12-43-59-73,5 %, რაც ნიშნავს რომ ნიმუშები წარმოადგენენ ოქსიდურ გამომწვარ მადნებს, ერთი მათგანი კი (73,5 %-იანი) ტექნიკური „თეთრი“ დარიშხანია, რომელიც საბაზისო პროდუქტია დარიშხანშემცველი ნაერთების მისაღებად. ოთხივე ნიმუში ხასიათდება მაღალი ტოქსიკურობის ხარისხით, მცირედ ხსნადი, დაბალი გავრცელების არეალით. $\text{pH} < 7$. არსენიტების ფორმით. ეს ნარჩენები წლებია საფრთხეს უქმნის როგორც სვანეთის მოსახლეობას, ასევე მთელ საქართველოს. რემედიაცია დარიშხანის ოქსიდური ფორმების შესაძლებელია ალიფატური რიგის სპირტებით (ეთერიფიკაცია $(\text{RO})_3\text{As}$ მიღებით) სადაც $\text{R} = \text{C}_4\text{H}_9$.

„მადნეულის“ ქალკოპირიტული მადნის ჩამდინარე კარიერულ წყალში სპილენძის შემცველობა არ აღემატება 0,8-1,12 გ/ლ. დადგენილია სპილენძის რემედიაცია რკინის ღეროების გამოყენებით, სადაც სპილენძის ამოღების ხარისხი 99 % შეადგენს, რაც დიდ მიღწევად უნდა ჩაითვალოს. ამ მეთოდის გამოყენებით შესაძლოა კაზრეთულა-მაშავერას

საირიგაციო სისტემების გასუფთავება და უდიდესი ეკოლოგიური პრობლემის გადაწყვეტა.

ასევე დადგენილია ზესტაფონის მანგანუმშემცველ მტვერში საწყისი Mn- ის შემცველობა, რომელიც $\approx 17\%$ -ია. მტვერი მანგანუმის ამ შემცველობით საფრთხეს უქმნის ჭიათურა-ზესტაფონის ნიადაგებს და მოსახლეობის ჯანმრთელობას. მისი გამოტუტვა განხორციელდა 10% -იანი გოგირდმჟავას და ლიმონმჟავას გამოყენებით. მყარისა და თხევადის შეფარდება იყო (1:20). გამოსავალი მანგანუმის სულფატის სახით შეადგენდა 98% -ს .

კვლევებში პირველად იქნა გამოყენებული EPA-ს თანამედროვე TCLP და WET სტანდარტები, რადიონობითი-სპექტრალური, ატომურ-აბსორბციული, პოლაროგრაფიული, თერმოგრაფიმეტრიული და რადიონობითი-ქიმიური ანალიზის მეთოდები.

Annotation

Together with the growth of improper man-made activity and intensity of the mining and processing production, the issue of environmental pollution with industrial waste becomes more and more urgent. The subject of our research are the arsenic-bearing wastes of Svaneti region, the quarry wastewater of Madneuli Mining and Processing Enterprise in Kvemo Kartli, and the manganese-bearing waste in the form of dust of Zestafoni Ferroalloy Plant. In the first stage, the area of distribution of Svaneti arsenopyrite waste from four different objects was investigated. Initial samples were analyzed for the content of arsenic, degree of toxicity, area of distribution, valence, forms, pH, and their remediation possibilities. In the second stage, the chemical composition of the quarry wastewater of Madneuli chalcopyrite ore was determined, its impact on the ecological state of the Kazretula and Mashavera Rivers, as well as copper remediation. In the third stage, the physicochemical mineralogical composition of the manganese-bearing dust of the Zestafoni Ferroalloy Plant was determined, quantitative-spectral and thermogravimetric analyses were made, as well as dust remediation for producing manganese sulfide.

It has been determined that the percentage of arsenic in all the four Svaneti objects is very high, making 12-43-59-73.5%, which implies that the samples represent the oxide annealed ores.

One of them (73,5%) is technical ‘white’ arsenic, which is a base product for producing arsenic-containing compounds. It is characterized by hightoxicity level, low solubility and a small area of distribution. $pH < 7$. In the form of arsenites. These waste create danger for the population of Svaneti and also, for the whole Georgia. Remediation is possible by aliphatic alcohols (etherification by producing $(RO)_3AS$) where $R = C_4H_9$.

The copper content in the quarry wastewater of Madneulichalcopyrite ore does not exceed 0.8-1.12 g/l. Copper remediation using iron rods, where the copper content makes 99%, has been established, which should be considered a great achievement. This technique could be used for treating the Kazretula-Mashavera irrigation systems and coping thus with the greatest ecological problem.

Also determined is the content of initial Mn ion the Zestafoni manganese-bearing dust, which does not exceed 17 %. The dust with this content of Manganese is dangerous for Chiatura-Zestafoni soils and for the health of the population. Its leaching was carried out by 10 % sulphuric acid and citric acid. The solid and liquid ratio was 1:20. The yield in the form of manganese sulfide made 98%.

Modern EPA standards, quantitative-spectral, atomic-absorption spectroscopy, polarographic, thermogravimetric and quantitative-chemical analytical methods were used in the studies.

შესავალი

საქართველოში, ისევე როგორც მთლიანად სამხრეთ-კავკასიის რეგიონში, გადაუდებელ აუცილებლობას წარმოადგენს გარემოსდაცვითი და ეკო-ექსპერტული კვლევების ჩატარება, ანთროპოგენული და სხვა სახის ბიოსაფრთხეთა იდენტიფიცირების მიზნით, ამ საფრთხეთა გამომწვევების უტილიზება-ნეიტრალიზების სისტემის და შესაბამის რეკომენდაციათა შესამუშავებლად ბუნებაში. ანთროპოგენული ცვლილებების თანამედროვე მასშტაბებს და ტემპებს შეუძლიათ შეუქცევად პროცესთა ინიცირება გარემოში, რომელთა თავიდან აცილება შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ვიცნობთ ყველა იმ პროცესს, რომელიც მიმდინარეობს ეკოლოგიურ სისტემებში და ზოგადად ბიოსფეროში. აღნიშნულ შეუქცევად პროცესთა პროფილაქტიკისთვის ეკოლოგიური მონიტორინგის გარდა გარემოსდაცვითი სისტემის უზრუნველყოფისას გამოიყენება ეკოლოგიური ექსპერტიზა და ეკოლოგიური მოდელირება.

ეკოლოგიური ექსპერტიზა წარმოადგენს ეკოლოგიური კვლევის განსაკუთრებულ სახეობას და მიმართულია სამრეწველო-სამეურნეო და სხვა ტიპის ობიექტების გარემოზე, ბუნებრივ რესურსებზე, ადამიანის ჯანმრთელობაზე ზემოქმედების შესაფასებლად. ეს არის მრავალი პროფილის ექსპერტის სისტემური მიდგომის მეთოდოლოგიით ორგანიზებული მუშაობა. პრობლემის ზუსტი აღქმისა და ეკოლოგიურად დასაბუთებული დასკვნის ჩამოსაყალიბებლად, დიდი შვიდეულის ქვეყნები სხვებზე ადრე გახდნენ იძულებულნი ჩამოეყალიბებინათ ეკო-ექსპერტიზის სისტემები და მეთოდოლოგიები. აღნიშნული აქტივობები დაიწყო იაპონიაში და აშშ-ში. 90-იანი წლებიდან საექსპერტო კომისიები შეიქმნა რუსეთშიც. ეკო-ექსპერტიზა პრობლემის ყოვლისმომცველი კვლევა შეუდარებლად მცირეა იმ ხარჯებთან შედარებით, რაც ჯდება არასწორი გადაწყვეტილებებით დამდგარი შედეგების ლიკვიდაცია, რომ არაფერი ვთქვათ აუნაზღაურებელ ზარალზე- ადამიანთა სიცოცხლეს და ჯანმრთელობას რაც ემუქრება.

გარემოს დაცვის თანამედროვე მეცნიერება, განსაკუთრებით საზღვარგარეთული, თვალსაჩინო ადგილს უთმობს და დიდ მნიშვნელობას ანიჭებს ეკოტოქსიკოლოგიას, რომელშიც აერთიანებენ ბიოინდიკაციისა და გარემოს დაცვის ბიოლოგიური მონიტორინგის შესახებ სამუშაოებს. გარდა ამისა ეკოტოქსიკოლოგიას აქვს თავისი ზუსტად განსაზღვრული ამოცანა- გამოავლინოს გარემოზე ზემოქმედების მექანიზმები.

სწორედ ეკოტოქსიკოლოგიას შეუძლია ახსნას, თუ რატომ ხდებიან გარემოს კონკრეტული დაბინძურებისა და დარღვევის ინდიკატორები ესა თუ ის ცხოველები და მცენარეები. ეკოტოქსიკოლოგია შეიძლება განვიხილოთ, როგორც დისციპლინათა შორისი მიმართულება, რომელიც ვითარდება ტოქსიკოლოგიის, ეკოლოგიის, გეოქიმიისა და სხვა მოსაზღვრე მეცნიერებათა მიმართულებით. დედამიწის ყოველი მონაკვეთი სულ უფრო დიდი ღირებულების მქონე სიმდიდრედ გვევლინება მოსახლეობის ზრდისა და მასთან ერთად სამრეწველო წარმოებათა განუწყვეტელი ზრდის გამო. ცხადი ხდება, რომ ბუნების დაცვა ცხოვრების ხარისხის ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელია.

ჩვენი კვლევის ობიექტებს წარმოადგენს სვანეთის დარიშხანშემცველი ნარჩენები, კაზრეთის საწარმოს ჩამდინარე კარიერული სპილენძშემცველი წყალი და ზესტაფონის მანგანუმშემცველი შლამი (მტვერი). მათი ტოქსიკურობის ხარისხის და რემედიაციის შესაძლებლობების შესწავლა. დარიშხანი ბუნებაში გავრცელებულია, როგორც ქალკოფილური ელემენტი- სულფიდების, თიომარილების, ოქსიდების, ოქსოთიომარილების, არსენიტების, არსენატების სახით. საქართველოში რაჭა-ურავის საბადო რეადგარ-აურიპიგმენტურია ($As_2S_2-As_2S_3$), ხოლო სვანეთი-ცანას საბადო - არსენოპირიტული ($FeAsS$). რაჭის-ლუხუნის საბადო დარიშხანს შეიცავს 7-8 %-ით, ხოლო სვანეთი-ცანის საბადო 15-17 %-ით. დღეისათვის რაჭა-ურავი დარიშხანშემცველი ნარჩენებისგან გაწმენდილია და ორი ახალი სარკოფაგია გაკეთებული თანამედროვე მეთოდებით, რაც უსაფრთხო გარემოს ქმნის რაჭის მთელ ტერიტორიაზე. რაც შეეხება ცანას, აქ ყოფილი დარიშხანის საწარმოს მიმდებარე მთელი ტერიტორია კვლავ დაბინძურებულია დარიშხანის ნარჩენებით.

კაზრეთის ქალკოპირიტული სპილენძის საბადო, ჩვენი ქვეყნის ერთ-ერთი გამორჩეული წიაღისეული რესურსია, ისევე როგორც დარიშხანი. სპილენძის შემცველი ძირითადი მინერალებია: სპილენძის ალმადანი ანუ ქალკოპირიტი- $CuFS_2$, სპილენძის კრიალა ანუ ქალკოზინი- Cu_2S , კუპრიტი ანუ წითელი სპილენძის მადანი - Cu_2O , პირიტი- CuS , მალაქიტი- $CuCO_3 \cdot x Cu(OH)_2$. სპილენძისგან დამზადებული პირველი იარაღები ჩვენს ერამდე 6-7 ათასწლეულით თარიღდება. გარდა იარაღებისა, არქეოლოგებმა აღმოაჩინეს სპილენძის მძივები. ქვის ხანის ადამიანები მოხიბლა ამ ლითონის სილამაზემ, მისმა ჭედადობამ და სიმტკიცემ. თვითნაბადი სპილენძი შეიძლება იწონიდეს ათეულ და ასეულ კილოგრამს. შემდგომ ადამიანმა ისწავლა ხალასი სპილენძის მოპოვება. ასე დაიწყო

კაცობიობის ისტორიაში ენეოლოთის, ანუ სპილენძ-ქვის ხანა. ლათინურად ენეუს-სპილენძია, ბერძნულად- ლითოს არის ქვა).

საქართველოს ტერიტორიაზე აღმოჩენილი ენეოლოგიური ნასახლარები მიეკუთვნება ძვ.წ V-VI ათასწლეულებს (არუხლო, შუღავერი,წოფი, საგვარჯილე და სხვა). ადამიანი უკვე იყენებს თვითნაბად სპილენძს ცივი ჭედვის გზით და არა გამოდნობით(ნაცარგორა, ურბნისი). ნაპოვნია სპილენძის დანისებრი იარაღები, სადგისები, ანკესები. შემდგომ უკვე საქართველოს მოსახლეობა სწავლობს სპილენძის გადადნობით და შერევით მიიღოს ბრინჯაოს იარაღები.

ჩვენში სპილენძი ხშირად გვხვდება დარიშხანთან, ანთიმონთან ან ორივესთან ერთად მდინარე რიონის სათავეებთან. (ზოფხიტური, ჩვეშური, ლუხუნი, ბჩიდი და სხვა). კალასა და სპილენძის შენადნობს კლასიკურ ბრინჯაოს უწოდებენ. მანამდე გავრცელებული იყო დარიშხნიანი ბრინჯაო. მიუხედავად იმისა რომ ამ სახის ბრინჯაოს წარმოება-დამზადება მომწამლავი იყო ადამიანისთვის, მაინც ფართოდ იყენებდნენ მეტალურგიაში, რადგან კალიან ბრინჯაოსთან შედარებით უფრო მოქნილი და ჭედადი იყო დარიშხნიანი ბრინჯაო. 10-22 % დარიშხანის შეტანა ცვლიდა ამ შენადნობის შეფერილობასაც. მას თეთრი ელფერი ეძლეოდა. ანტიკურ ხანაში ქართველთა ტომები მოსინიკები სახელგანთქმულნი ყოფილან სპილენძის და ბრინჯაოს წარმოებით. სპილენძში ისინი ურევდნენ არა კალას, არამედ ერთგვარ მიწას, რომელიც შენადნობებს მაღალხარისხიანს ხდიდა. სპილენძის მადნებს შორის ქალკოპირიტი ყველაზე გავრცელებული მინერალია. იგი ყვითელ-თითბერისფერია, ძლიერი ლითონური ელვარებით. შეიცავს 35 % სპილენძს. ცნობილია აშშ-ს (მონტანას შტატი), ესპანეთისა და ცენტრალური აფრიკის საბადოები. ყოფილი დსთ ქვეყნებიდან კი ურალის, ყაზახეთის, სომხეთის საბადოები.

საქართველოში ამჟამად სპილენძის რამდენიმე საბადო და ორასამდე ნარჩენია ცნობილი კავკასიონის სამხრეთ ფერდობებზე, აჭარა-თრიალეთში, სამხრეთ საქართველოში, ხრამისა და ლოქის მასივებში. საბადო- კაზრეთის ბუდობი,რომელსაც XVIII ს-ის დასასრულს და XIX ს-ის დასაწყისში ამუშავებდნენ. შემდეგ შეწყდა და გასული საუკუნის 70-იანი წლებიდან განახლდა.ყველაზე მთავარი საბადო კაზრეთისა 1946 წლიდან ფუნქციონირებს. მადნეულის სხეული აქ მიწის ზედაპირიდან 25-28 მ სიღრმეზე, თითქმის ჰორიზონტალურადაა განლაგებული. საშუალო მინერალოგიური

შედგენილობაა: ქალკოპირიტი- 6 %, პირიტი-12 %, სფალერიტი- 2 %. კაზრეთის ნაცვლად ამ ადგილს ეწოდა მადნეულის პოლიმეტალური საბადო და მის ბაზაზე სოფ. კაზრეთში აშენდა მადნეულის ფერადი მეტალურგიის კომბინატი, რომელიც ჩვენს ქვეყანას აწვდის ლითონიან სპილენძს და სპილენძის ფხვნილს. სპილენძის გამოყენების სფერო დიდია. ის ფართოდ გამოიყენება ენერგეტიკაში (მავთულები, არმატურა), მანქანით მშენებლობაში, გემთმშენებლობაში, ძვირადღირებულ აპარატურებში მიკროსქემების სახით. სამხედრო დანიშნულებით და სხვა.

ჩვენ გაგაცანით საქართველოს ერთ-ერთი წიაღისეული სიმდიდრე-სპილენძი. საქართველოს ბუნების წიაღში თქვენ მრავალნაირ ქვას, მინერალს თუ ქანს შეხვდებით : ნაირფერ მარმარილოს, მოწითალო, მწვანე, იისფერ ტუფებს, თეთრ და ვარდისფერ ბარიტებს, კალციტის სტალაქტიდებს, იისფერ ამეთვისტოს, შეფერილ ალუბასტრს, სხვადასხვა ფერის აქატსა და ემმას, შავ და წითელ ობსიდიანებს, გრანიტებს, დიაბაზებს, ბაზალტებს, კვარციტს. ჩვენი ქვეყნის სიამაყეს-მანგანუმის შავ მასებს, მაღალხარისხოვან ქვანახშირს „საქართველოს მცხოვრებთ და განსაკუთრებით საქართველოს ახალგაზრდობას შეუძლებელია არ უყვარდეს ქვა, აქ ხომ ფეხის ყოველ ნაბიჯზე ქვა გაგაკვირვებს თავისი სიდიადითა და ძლიერებით.“ (მეცნ. აკად. ა. ფერსმანი) ჩვენი მიზანია მადნეულის კუდსაცავიდან ჩამდინარე წყლის შესწავლა და რემედიაციის შესაძლებლობების დადგენა.

მნიშვნელოვანია ზესტაფონის მანგანუმშემცველი საწარმოს ნარჩენების რემედიაცია მანგანუმის სულფატის მიღების მიზნით. ათწლეულების განმავლობაში დაგროვილია მილიონობით ტონა მანგანუმშემცველი ნარჩენი მტკერის სახით, რომელიც საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას. ამ მხრივ ჩვენს ქვეყანას დიდი პოტენციალი გააჩნია, ვინაიდან მანგანუმის მარაგების მიხედვით, მას მსოფლიოში წამყვანი ადგილი უჭირავს. თანამედროვე ბიოტექნოლოგიური წარმოება არ მოითხოვს დიდ კაპიტალ დაბანდებებს, შესასრულებლად იოლია და ეკოლოგიურად უსაფრთხო. გაიზრდება საბაზისო ნაერთების სისუფთავე, მოიმატებს მათი მოქმედების სპეციფიკურობა და შეიქმნება პრინციპულად განსხვავებული ბიოტექნოლოგიური ხერხებით რემედიაციის შესაძლებლობები. მანგანუმის მადანი ბუნებრივი მინერალური წარმონაქმნია, რომელშიც არსებული მანგანუმის რაოდენობა, ხელს უწყობს უმნიშვნელოვანესი მადანწარმოქმნელი მინერალების: პიროლუიზიტის, მანგანატის, ჰაუსმანიტის, როდოქსოზიტის, როდონიტის და სხვათა წარმოქმნას. სამეურნეო თვალსაზრისით

ყველაზე მნიშვნელოვანია მანგანუმის დანალექი საბადოები, რომელთა რიცხვს მიეკუთვნება ჭიათურის საბადო.

ჩვენს მიერ წარმოდგენილი კვლევის ობიექტები: სვანეთი-ცანას არსენოპირიტული ნარჩენები, „მადნეულის“ ქალკოპირიტული მადნის ჩამდინარე კარიერული წყალი და ზესტაფონის საწარმოს ფეროსილიკომანგანუმის ნარჩენი მტვრის სახით, წარმოადგენს უდიდეს პრობლემას საქართველოსთვის, ვინაიდან დიდი ხნის განმავლობაში გრძელდება და გადაუჭრელია. საფრთხეს უქმნის მოსახლეობის ჯანმრთელობას და მთლიანად ეკოსისტემას. 90-იანი წლებიდან დღემდე ამ პრობლემებზე მუშაობდნენ გამოჩენილი მეცნიერები. დარიშხანის ნარჩენებზე პროფ.რომან გიგაურის ხელმძღვანელობით არაერთი სადისერტაციო ნაშრომია შესრულებული. მათი პრაქტიკაში დანერგვა ვერ მოხერხდა სამწუხაროდ. დაინგრა და განადგურდა საწარმოები როგორც სვანეთში, ასევე ურავში. საწარმოსთვის შეთავაზებული თანამედროვე ტექნოლოგიებით დარიშხანშემცველი ნარჩენების უტილიზაციის პროცესი ვერ განხორციელდა, რომელიც დაცულია მრავალი საავტორო უფლებით. თანამედროვე ტექნოლოგია დამყარებულია ერთატომიანი ალიფატური რიგის სპირტების მოქმედებით ოქსიდურ ფორმებზე ეთერიფიკაციით. რაც შეეხება მათ ტოქსიკურობის ხარისხის, ფორმების, გავრცელების არეალის, ვალენტობის, pH, ხსნადობის დადგენას, ჩვენ გამოვიყენეთ EPA-ს თანამედროვე ტესტმეთოდები, როგორც არის TCLP და WET, რამაც საშუალება მოგვცა საკვლევ ობიექტებზე ზუსტად განგვესაზღვრა რა ხარისხის გარემოს დაბინძურებასთან გვექონდა საქმე მათი ფორმების და ხსნადობის არეალის გათვალისწინებით. მიუხედავად იმისა, რომ დღეისათვის საქართველოში არ ხდება ამ ტიპის ნარჩენების რემედიაცია, რაჭა-ურავში დარიშხანშემცველი ნარჩენებისთვის ჰოლანდიური ჯგუფის მიერ აშენდა ორი ახალი სარკოფაგი და შეიქმნა უსაფრთხო გარემო, რასაც ვერ ვიტყვით სვანეთი-ცანას მიმართულებით. ჩვენს მიერ მომზადებული ანგარიშები გამოყენებულ იქნება მომავალშიც სვანეთის მიმართულებით.

რაც შეეხება „მადნეულის“ საწარმოს, აქ სპილენძის მოპოვება ღია კარიერული წესით ხდება. კუდსაცავებიდან და ჩამდინარე კარიერული წყლებიდან არ ხდება მიზნობრივი პროდუქტის- სპილენძის სრული დაჭერა, რაც იწვევს კაზრეთულა-მაშავერის მდინარეების საირიგაციო სისტემების დაბინძურებას მძიმე ლითონებით (დომინანტია სპილენძი). ჩვენს მიერ შემოთავაზებული რემედიაციის მეთოდი სპილენძის ამოღებისა არ მოითხოვს დიდ ხარჯებს. მარტივი და მომგებიანია. სუფთავდება ორივე

მდინარე და მძიმე მეტალების რაოდენობა ზ.დ.კ-ს არ აღემატება. (დაცულია საავტორო უფლებებით).

ზესტაფონის ფეროშენადნობთა საწარმოს სილიკომანგანუმის ნარჩენები მტვრის სახით საფრთხეს უქმნის მთელ რეგიონს უკვე მრავალი წელია. ცნობილია მანგანუმშემცველი ნარჩენების გამოტუტვა მიკრობიოლოგიური მეთოდით, რომელიც პროფესორ ლამარა სახვადის ხელმძღვანელობით განხორციელდა წარმატებით. მიღებულია გრანტი და საავტორო უფლება.

ჩვენს მიერ შესწავლილი მანგანუმშემცველი მტვრიდან მანგანუმის სულფატის რემედიაცია განხორციელდა 10 %-იანი გოგირდმჟავასა და ლიმონმჟავას გამოყენებით. შეფარდება მყარი: სითხესთან შეადგენდა (1:20). გამოტუტვის პროცესი მარტივია და არ შეიცავს კონცენტრირებულ მჟავებს. ამ მიმართულებით კვლევები გრძელდება, რათა უზრუნველყოთ მანგანუმის სულფატის მაღალი გამოტუტვის ხარისხი.

ლიტერატურის მიმოხილვა

თავი I

§1.1 ჰაერში, წყალში და ნიადაგებში დარიშხანის დასაშვები კონცენტრაციები.

დარიშხანშემცველი და კერძოდ, დარიშხანორგანული ნაერთები მიჩნეულია ძლიერ ტოქსიკურ ნივთიერებებად. დამუშავებულია დასაშვები ნორმები. მაგ: ჰაერში დარიშხანის საშუალო შემცველობა 24 საათის განმავლობაში არ უნდა აღემატებოდეს 0,3 მ.გ/მ³, ხოლო სასმელად ვარგის წყალში 0,05 მგ/ლ. ადვილია მისახვედრად, რომ თუ ჰაერი და წყალი აღნიშნულ ნორმებთან შედარებით მეტ დარიშხანს შეიცავს, ადამიანისა და სხვა ცოცხალი არსების მოწამვლა გარდაუვალია. საიდან ხვდება ჰაერში, ნიადაგებსა და წყლებში დარიშხანის ნაერთები? წყლებში დარიშხანის გაზრდილი რაოდენობის მიზეზი შეიძლება იყოს ორი: 1. თუ ნიადაგი - გრუნტი, რომელზეც წყალი მოედინება ან ქანი, საიდანაც წყალი წყაროს სახით გამოდის, დასაშვებ ნორმაზე (საშუალო მაჩვენებელი) მეტ დარიშხანს შეიცავს, მაშინ ასეთი წყალი დროთა განმავლობაში ჯერდება აღნიშნული ელემენტით, რასაც საბოლოოდ დასაშვებ ნორმაზე მეტ დარიშხანის შემცველობამდე მივყავართ; 2. დარიშხანის შემცველობის გაზრდის მიზეზი, შეიძლება გახდეს საკუთრივ დარიშხანისა და დარიშხანშემცველი წიაღისეული რესურსის გადამუშავება- როგორც გამონაბოლქვი გაზები, ისე წარმოების ნარჩენები. ე.წ. „კუდები“ ხდება წარმოების მიმდებარე ტერიტორიის ანთროპოგენური დაბინძურების საფუძველი. ეს უკანასკნელი თავის მხრივ, ბევრ ფაქტორზეა დამოკიდებული. გადამწყვეტ მნიშვნელობას იძენს ეკოლოგიურ მოთხოვნილებათა დაცვის საერთო მდგომარეობა და შესაბამისი საწარმოს გეოგრაფიული მდებარეობა. სახელდობრ, თუ მეტალურგიული ქარხანა ვაკეზე ან გაშლილ ტერიტორიაზე იმყოფება და გამონაბოლქვი აირები დარიშხანს შეიცავს, მაშინ ეს უკანასკნელი ქარის მოქმედების შედეგად შედარებით დიდ ტერიტორიაზე გადაიტანება.

დარიშხანშემცველი ნაერთების ნიადაგებში და გრუნტის წყლებში გავრცელება დიდად უნდა იყოს დამოკიდებული აღნიშნული ნაერთების ხსნადობაზე- რაც უფრო ადვილად ხსნადია ნაერთი, მით უფრო მეტ მანძილზე განაწილდება იგი დროის მოკლე მონაკვეთში. ლითონთა არსენიტებიდან და არსენატებიდან წყალში ხსნადობით ყველაზე დიდი რაოდენობით ტუტე ლითონთა შესაბამისი მარილები გამოირჩევა. ასევე კარგად იხსნება დარიშხანმჭავა ამონიუმის მარილები, მაგრამ ეს უკანასკნელი თითქმის არცერთ ქვეყანაში არ იწარმოება, როგორც გამოსაყენებელი ინდივიდუალური პრეპარატი. ამიტომ

პესტიციდების სახით, უმეტესწილად ტუტე ლითონთა არსენიტებსა და არსენატებს იყენებენ, აქედან კი უპირატესობას ნატრიუმის მარილებს ანიჭებენ, წარმოებული პროდუქციის დაბალი თვითღირებულების გამო. ასეთი მარილები, გარდამავალ ლითონთა არსენატებთან შედარებით ადვილად ასათვისებელია მცენარეებისა და საერთოდ, მწვანე საფარის მიერ, რის გამოც სწრაფად ხდება პესტიციდად ხმარებული ნაერთისაგან სასოფლო-სამეურნეო სავარგულის გათავისუფლება. ეს კი ქმნის პირობას მომდევნო წელს იგივე სავარგულზე წარმატებით გამოიყენონ იგივე შედგენილობის პესტიციდი და სხვა. ხოლო თუ ამ მიზნით გამოყენებულია წყალში პრაქტიკულად უხსნადი ნაერთი, მაშინ აუცილებელია ნიადაგის აგროქიმიური კონტროლი, რომ არ მოხდეს დარიშხანის აკუმულაცია. ნათქვამის საილუსტრაციოდ შეგვიძლია მოვიყვანოთ მაგალითი : ტყვიის არსენატი შედგენილობით $Pb_3(AsO_4)_2 \cdot xH_2O$, სადაც $X=1-4$, წყალში იხნება 9 მგ/ლ. სწორედ ამ უკანასკნელს იყენებენ ძალიან ხშირად თესლის მავნებელთა მოსასპობად, რადგან მისი ხსნადობა სწრაფად იზრდება ხისტ წყალში არსებული მაგნიუმისა და კალციუმის ჰიდროკარბონატების თანამყოფობის გამო. ერთი სიტყვით, ჩვეულებრივი წყალი თითქმის ყოველთვის შეიცავს დროებითი სიხისტის გამომწვევ კომპონენტებს- კალციუმისა და მაგნიუმის ნახშირმჟავა მარილებს, რომლებიც მკვეთრად ზრდიან ტყვიის (II) ორთოარსენატის ხსნადობას. უხსნადი ნაერთი ასათვისებელ- მოძრავ ფორმაში გადაჰყავს (9 მგ/ლ-დან ხსნადობა იზრდება 33,8 მგ/ლ-მდე, ე.ი. თითქმის 4-ჯერ).

ჰაერის ჟანგბადით, განსაკუთრებით- წყლის ან სინესტის გარემოში დარიშხანის სულფიდური ფორმები და ლითონთა არსენიტები ბუნებაში განიცდიან გარდაქმნას- დაჟანგვას, რასაც შედეგად მოსდევს ხსნადი ან პრაქტიკულად უხსნად დარიშხანშემცველი ნაერთების წარმოქმნა. გარდაქმნის პროდუქტის წარმოქმნა თავის მხრივ დამოკიდებულია pH-ზე. მიჩნეულია, რომ $pH > 7$ - ზე ტუტე გარემოს, ტუტე ლითონთა კარბონატული ფორმები ქმნის. ხსნადი არსენატის წარმოქმნის ალბათობა დიდია მჟავა გარემოში. ანუ თუ $pH < 7$ - უმეტესწილად გარდამავალ ლითონთა არსენატების წარმოქმნასთან გვაქვს საქმე, რაც საბოლოო ანგარიშში არის გამომწვევი მიზეზი დარიშხანის თანდათანობითი აკუმულაციისა. ყოველივე ეს ხდება ღია გრუნტზე, მაგრამ თუ დაჟანგვა თვით გრუნტის წყალში მიმდინარეობს, მაშინ მჟავა გარემო აშკარად ხელს უწყობს დარიშხანის კონცენტრაციის გაზრდას. მაგალითად, დარიშხანის მადნის შემცველი გრუნტიდან გამომდინარე წყლები, როცა $pH=2,4-3,6$, შეიცავს 0,05-დან 1 მგ/ლ დარიშხანს, ხოლო $pH 2-3,1$ -ის შემთხვევაში ხდება დარიშხანის საგრძნობი ზრდა. კერძოდ 4-22 მგ/ლ-მდე. სხვადასხვა ლითონების სამრეწველო მადნები ამა თუ იმ რაოდენობით შეიცავენ

დარიშხანს. აღნიშნული მადნების პირველადი გადამუშავების ერთ-ერთი აუცილებელი პირობა ფლოტაციით გამდიდრებისა და კონცენტრატის მიღების შემდეგ არის თერმოქანგვითი პროცესი, ანუ გამოწვა. ამ დროს გამოსაწვავ ნედლეულში მყოფი მთელი დარიშხანის 90 %-ზე მეტი ხვდება აეროზოლში და იწვევს გარემოს დაბინძურებას. დღეისათვის დამუშავებულია აეროზოლებიდან თეთრი დარიშხანის დაჭერა-რეგენერირების თითქოსდა ოპტიმალური პირობები, მაგრამ როგორც ირკვევა, ეს პროცესი არც თუ ისე სრულყოფილია. მაგალითად, ურავის (ამბროლაურის რაიონი) სამთო-ქიმიური ქარხანა თითქოს და უზრუნველყოფილი იყო წარმოების თანამედროვე მოთხოვნილებათა ყველა საშუალებით, მაგრამ დარიშხანის მთელი რაოდენობის $\approx 3\%$ მაინც იკარგებოდა აეროზოლის სახით, რაც ცხადია, არასასურველია ორი მიზეზით: ერთის მხრივ ადგილი ჰქონდა სასაქონლო პროდუქციის არამიზნობრივ „ხარჯვას“ და, მეორე, აეროზოლში მოხვედრილი დარიშხანის (III) ოქსიდი საწარმოდან საკმაოდ დიდ მანძილზე ხეობის თითქმის 20 კილომეტრიან მონაკვეთზე იწვევდა ეკოლოგიური სიტუაციის მკვეთრ გაუარესებას.

ცხადია, ნორმაზე მეტი (ზღვ) რომელიმე ნაერთის არსებობა ატმოსფეროში სიცოცხლისათვის საშიშია და მაშინვე უნდა განხორციელდეს საჭირო ღონისძიებები მის აღმოსაფხვრელად. დარიშხანის მაქსიმალური კონცენტრაცია, რომელიც ადამიანის მოწამვლას არ იწვევს და, პირიქით სასარგებლოდ მოქმედებს- ხელს უწყობს ორგანიზმში ბიოქიმიური პროცესების ნორმალურ წარმართვას, გამდინარე წყლებში შეადგენს 0,2 მგ/ლ სამვალენტთან დარიშხანს, ხოლო ხუთვალენტთან დარიშხანისათვის 0,8 მგ/ლ. ვინაიდან დარიშხანის ზღვრულად დასაშვები ნორმა მეტისმეტად მცირეა, დარიშხანშემცველი წყლის გაწმენდა ეკოლოგიური თვალსაზრისით დიდ ტექნიკურ სიძნელესთან არის დაკავშირებული. არცთუ ისე ადვილია ისეთი რეაგენტის შერჩევა, რომელიც მაქსიმალურად დალექავს As(III,V)-ს და ამით წყალს უვნებელს გახდის. არსენიტებიდან და არსენატებიდან შედარებით ნაკლები ხსნადობით გამოირჩევა მაგნიუმისა და კალციუმის მარილები, მაგრამ ამ უკანასკნელთა წყალში ხსნადობაც კი იმდენად მაღალია, რომ მნიშვნელოვნად აღემატება წყალში დარიშხანის ზღვრულად დასაშვებ ნორმას. კალციუმის ზოგიერთი მარილი, მკაცრ მოთხოვნებს ასე თუ ისე აკმაყოფილებს, მაგრამ სამწუხაროდ მათი წარმოქმნის ოპტიმალური პირობები წყლის გაწმენდის დინამიკურ პროცესში დღესაც დაუდგენელი რჩება. თუ გავითვალისწინებთ იმ გარემოებას, რომ კალციუმის ნებისმიერი მარილის მისაღებად ერთ-ერთ გამოსავალ მასალას ჩაუმქრალი კირი წარმოადგენს, მაგრამ ამას უსათუოდ მოჰყვება ხსნარში ტუტე გარემოს შექმნა, რაც

ყოველთვის ქმნის გარკვეულ არახელსაყრელ პირობებს, დარიშხანის შემცველობის დაყვანა ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციამდე მაინც ძნელად მისაღწევი ხდება.

AsO⁻³ იონების შეკავშირების გზა არის მათი ადსორბცია ფოსფატონების მიერ, რადგან ამ იონების შემცველი მარილები, ერთმანეთის იზომორფულ ნაერთებს წარმოადგენს - შედეგად მიიღება კალციუმის ფოსფატისა და არსენატის „მყარი ხსნარი“, რომელიც პრაქტიკულად არ განიცდის გამორეცხვა-გამოტუტვას, თუ pH ≥ 7 ეს მეთოდი მისაღებია და შეიძლება ითქვას პრაქტიკულად უნაკლო, თუ წყალი შეიცავს 100 მგ/ლ -მდე დარიშხანს.

ტექნოლოგ-ქიმიკოსისათვის საინტერესოა ის ფაქტი, რომ დარიშხანშემცველი ანიონები ეფექტურად ადსორბირდება რკინის (II) სულფიდის მიერ ოდნავ მჟავა გარემოში. ანალოგიური შედეგები მიიღწევა ბუნებრივი პირიტის გამოყენების შემთხვევაშიც ნაცვლად მაღალი სისუფთავის რკინის (II) სულფიდისა. კაცობრიობისათვის განსაკუთრებულად სახიფათოა წარმოების გამონაბოლქვი აირები, რომლებიც სხვა მომწამლავ აირებთან ერთად დასაშვებ ნორმაზე მეტ დარიშხანს შეიცავს. მათ რიცხვს მიეკუთვნება თითქმის ყველა სახის ფერადი და განსაკუთრებით კეთილშობილი ლითონების წარმოების აღმავალი აირები, რომელთა მაქსიმალური გაწმენდა-გასუფთავება პრაქტიკულად ხშირად შეუძლებელია. ამ არასასურველი მოვლენის თავიდან აცილების მიზნით ცდილობენ გამონაბოლქვი აირების შემადგენლობაში მყოფი დარიშხანი გადაიყვანონ ისეთ ფორმაში, რომელიც ჯანმრთელობისათვის ნაკლებ საშიშია და მეორეც, შეიძლება საკმაოდ მდგრადი სახით იმყოფებოდეს ღია გრუნტზე ატმოსფერული ნალექების მოქმედების პირობებში. სწორედ დარიშხანის ასეთ ნაერთთა რიცხვს მიეკუთვნება აურიპიგმენტი შემადგენლობით As₄S₆, რომლისგანაც გარემოს დაბინძურება მინიმუმამდე დაიყვანება (იგი დარიშხანის არსებობის ბუნებრივი ფორმაა). საქმე ის არის, რომ დარიშხანის (III) სულფიდის ხსნადობის ნამრავლი As₂S₃=10^{-88.3}, რაც გაცილებით მცირეა კალციუმის, მანგანუმისა და რკინის არსენატების იგივე მახასიათებლებთან შედარებით. აქედან აშკარაა, რომ თუ გამონაბოლქვი აირები დარიშხანს შეიცავენ და ამ უკანასკნელს როგორმე გადაიყვანენ სულფიდურ ფორმაში, მაშინ მიზანი ორმაგად იქნება მიღწეული: ასეთნაირად მიღებული დარიშხანი უკვე აღარ წარმოადგენს ეკოლოგიურად საშიშ ელემენტს და, რაც არანაკლებ მნიშვნელოვანია საჭიროებისამებრ სულფიდური ფორმა ადვილად გარდაიქმნება ნებისმიერ დარიშხანშემცველ ნაერთად. დარიშხანის ქალკოგედინები შეიძლება

ვიგულოთ დარიშხანის „საწყობად“, საიდანაც ლითონური დარიშხანისა და მისი გარდაქმნის პროდუქტებს ადვილად მივიღებთ ტექნოლოგიური პროცესების განხორციელების შედეგად.

§1.2. ბოლნისის რაიონის ეკოსისტემებზე და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მადნეულის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატის გავლენა.

ბოლნისის რაიონში ოქრო-სპილენძ-ბარიტ-პოლიმეტალების საბადოს შესწავლა გასული საუკუნის 40-იან წლებში დაიწყო. ფერადი ლითონების ერთ-ერთი უდიდესი მშენებლობას 1959 წელს ჩაეყარა საფუძველი. 1975 წელს ექსპლუატაციაში შესული კომბინატი ახორციელებდა სპილენძის, ბარიტის, ოქრო-ვერცხლის შემცველი კვარციტებისა და პოლიმეტალური მადნების მოპოვებას. მოპოვებული სპილენძის და ბარიტის მადნების პირველად გადამუშავებას, გამდიდრებას და მიღებული პროდუქტის რეალიზაციას. ბარიტის მოპოვება 1990 წელს შეწყდა. 1994 წელს შეიქმნა „კვარციტი“, რომელმაც დაიწყო ცალკე დასაწყობებული ოქროსშემცველი კვარციტის მადნებიდან ოქროსა და ვერცხლის დორეს მიღება გროვული გამოტუტვის მეთოდით. არსებულ კვლევებს შორის აღსანიშნავია ქართველ და გერმანელ მკვლევართა ჯგუფის (გისენის უნივერსიტეტისა და თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ერთობლივი პროექტი) ნაშრომი. მათი კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ბოლნისის რაიონის ეკოსისტემაზე და მოსახლეობის ჯანმრთელობაზე მადნეულის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატის გავლენის შეფასება. მეცნიერთა დასკვნა საგანგაშო აღმოჩნდა: კვლევამ, რომელიც 2001-2011 წლებს მოიცავდა, აჩვენა, რომ ტერიტორიის ნახევარზე მეტი სერიოზულად არის დაბინძურებული მძიმე მეტალებით, კერძოდ, სპილენძით, კადმიუმით და თუთიით. ზოგიერთ უბანზე ამ მხრივ კატასტროფული მდგომარეობა აღმოჩნდა. კვლევის დასკვნების თანახმად: „ მდ.მაშავერას ხეობის ნიადაგების დიდი ფართობი ძლიერადაა გადატვირთული მძიმე ლითონებით; დაბინძურების პრობლემა არსებობს, მაგრამ არ არსებობს აქედან გამოსავალი- პოლიტიკური და ეკონომიკური გზები; გამოკვლეული მაჩვენებლები ევროპის ნიადაგების დაცვის წესდებით გათვალისწინებული ნორმის ზღვარს ბევრად აღემატებიან; სპილენძი და კადმიუმი საკვები მცენარეებისგან ადვილად შეიწოვებიან. მძიმე მეტალებით დაბინძურებული ნიადაგები ადამიანებისთვის, ცხოველებსა და საკვებისთვის ხანგრძლივ პრობლემას წარმოადგენენ; აუცილებელია მოსახლეობის დაცვისთვის საჭირო ღონისძიებების გატარება.

გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს გარემოსაცვითი ზედამხედველობის დეპარტამენტის 2013-2014 წლების ანგარიშის თანახმად, შპს RMG Cold- ის მიერ ეკოლოგიური ექსპერტიზის დასკვნის გარეშე მადნის გროვითი გამოტუტვის საწარმოო უბნის მშენებლობისას მიწის დაბინძურებისა და დეგრადირების შედეგად გარემოსათვის მიყენებულმა ზიანმა შეადგინა 29 153 880 ლარი; ხოლო სს RMG Copper- ის გამამდიდრებელი საწარმოს ტერიტორიაზე განთავსებულ 5000 კუბ.მ მოცულობის ე.წ. შემასქელებელი რეზერვუარიდან 500 კუბ.მ მოცულობის მყავე კარიერული წყლის მზ.კაზრეთულაში ჩაღვრის შედეგად გარემოსათვის მიყენებულმა ზიანმა 1 078 188 ლარი შეადგინა. გარემოსდაცვითი ზედამხედველობის დეპარტამენტის 2013-2014 წლების ანგარიში არის უახლესი, საჯაროდ ხელმისაწვდომი დოკუმენტი, რომელშიც საუბარია კომპანიების გარემოზე ზემოქმედების შესახებ.

§1.3. სილიკომანგანუმის მიღების ახალი ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება მანგანუმშემცველი და ნახშირბადშემცველი ნარჩენების გამოყენებით.

საქართველოს სამთო-მეტალურგიული წარმოება უკანასკნელ დრომდე საერთაშორისო მასშტაბის მსხვილ სამრეწველო კომპლექსთა რიცხვს მიეკუთვნებოდა. ბოლო წლებში წარმოების მკვეთრი დაცემის მიუხედავად, მისი წილი მანგანუმის მსოფლიო წარმოებაში მნიშვნელოვანია. ქვეყნის ინტერესებიდან გამომდინარე, საჭიროა უსწრაფესად მოხდეს მძიმე მრეწველობის ამ ტრადიციული დარგის შემდგომი განვითარება და მისი პროდუქცია გახდეს ქვეყნის სავალუტო შემოსავლების მნიშვნელოვანი წყარო.

მაღალხარისხოვანი მადნების დეფიციტის პირობებში დასახული ამოცანის გადასაწყვეტად მეტად მნიშვნელოვანია სანედლეულო ბაზის გაფართოება, რაც თავისთავად გულისხმობს მანგანუმის დანაკარგების შემცირებას მისი გადამუშავების ყველა ეტაპზე. ამ მიმართებით, პირველ რიგში, მეტად აქტუალური ხდება დნობის შედეგად წამოქმნილი მანგანუმის ნარჩენების გამოყენება და მათი უტილიზაციის პრობლემა. როგორც ცნობილია, სილიკომანგანუმის დნობისას წარმოიქმნება ძირითადად შემდეგი სახის ნარჩენები: ე.წ. გადასაყრელი წიდეები, აირგამწმენდ მოწყობილობებში დაგროვილი რესპირაციული მტვერი (შლამი) და მზა ლითონის სამსხვრევ უბანზე

წარმოქმნილი წვრილდისპერსიული ლითონური მტვერი. გარდა ამისა, კოქსის გაცხრილვისას წარმოიქმნება 8-12 % განაცერი (0-5 მმ).

მანგანუმის ოქსიდების ნახშირბადთერმული აღდგენის თერმოდინამიკის, კინეტიკისა და დნობის ანალიზი ცხადყოფს, რომ მანგანუმის ოქსიდების შემცველობა საბოლოო (გადასაყრელ) წილებში ლითონურ მანგანუმზე გადათვლით 14-18 %-ის, ზოგჯერ კი 20-22 %-ის ფარგლებშია. გარდა ამისა, ლითონური და წიდური ფაზების გაყოფის არახელსაყრელი პირობების გამო (წილების მაღალი სიბლანტე), ქერქოვან და თხევად წილებში ლითონის ნაწილაკების სახით იკარგება უკვე აღდგენილი, მზა შენადნობის 5-8 % და ამიტომაც მანგანუმის სასარგებლო გამოყენება მისი ელექტროთერმული მიღებისას 70 %-ს აღემატება. ნარჩენები იმავე რაოდენობით გროვდება, რა რაოდენობის ლითონიც იწარმოება. გარდა ამისა, ზესტაფონისა და სხვა საწარმოების მიმდებარე ტერიტორიებზე არსებულ წიდასაყრელებზე წლების განმავლობაში დაგროვდა რამდენიმე მილიონი ტონა წიდა, რომელიც იკავებს საკმაოდ დიდ ფართობებს და ეკოლოგიურ საფრთხეს წარმოადგენს, როგორც გარემოსთვის, ასევე რეგიონში მცხოვრები მოსახლეობისთვის.

რესპირაციული მტვერი (შლამი), რომლის შედგენილობაა: 25-38% Mn, 22-26% SiO₂, 3-7% C და 0,15% P, გროვდება ყოველ ტონა სილიკომანგანუმზე 100-120 კგ, ხოლო ფერომანგანუმზე კი 150 კგ. პრობლემა მისი უტილიზაციისა მდგომარეობს მის ფრაქციულობაში (0,1 მმ-ზე ნაკლებია) და იგი ასევე დიდ ეკოლოგიურ საფრთხეს წარმოადგენს. გარდა ამისა, მზა ლითონის სტანდარტულ ფრაქციულობამდე მსხვრევისას, წარმოიქმნება წვრილდისპერსიული (0-3 მმ) ლითონური მტვერი. მისი რაოდენობა გამომდნარი შენადნობის 3-5 %-ია (8-10 ათასი ტონა), ვერ ხერხდება მისი გამოყენება და ისიც დანაკარგების მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს. ამრიგად სილიკომანგანუმის დნობის დროს წარმოიქმნება ე.წ. გადასაყრელი წილები, რომლის ქიმ. შემადგენლობაა : 14-18 % Mn, 45-48% SiO₂, 0,01% P და მტვერი: 25-38% Mn, 22-26% SiO₂, 3-7% C და 0,15% P. შარშანდელი მონაცემებით ქარხანაში დაგროვდა 100-120 ათასი ტონა წიდა და 16-18 ათასი ტონა მტვერი, რაც ჯამში დაახლოებით 50 ათასი ტონა მაღალხარისხოვანი, დაბალფოსფორიანი კონცენტრატის ექვივალენტურია. ამას ემატება წინა წლებში დაგროვილი 200 ათასი ტონა შლამი და ყოველწლიურად წარმოქმნილი 8000-10000 ტონა ლითონური მტვერი, რომელიც ქარხნის ტერიტორიაზე და დიდ ეკოლოგიურ საფრთხეს წარმოადგენს.

ზემოთ აღნიშნულიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ მანგანუმის კონცენტრატების საყოველთაო დეფიციტის პირობებში, მანგანუმის სასარგებლო გამოყენება არ აღემატება 65-70 %, რაც მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მეცნიერების და ტექნიკის თანამედროვე მოთხოვნებს, მის კონკურენტუნარიანობას და ეწინააღმდეგება ქვეყნის სტრატეგიულ მიზნებს. ამრიგად, უცილებელია ძვირადღირებული მანგანუმის შემცველი ნარჩენები რაციონალურად იქნეს გამოყენებული, მოიძებნოს მისი გადამუშავების თეორიული და პრაქტიკული გადაწყვეტა. მეცნიერული კვლევების მიზანია დამუშავდეს ახალი, ეკონომიკურად გამართლებული და ეკოლოგიურად უსაფრთხო ტექნოლოგიური სქემა სტანდარტული სილიკომანგანუმის მიღებისა, კაზმში წარმოების ნარჩენებისაგან დამზადებული კომპლექსური ბრიკეტების გამოყენებით.

როგორც ვიცით წიდეები ძირითადად ორგვარია: თხევადი (80%) და ქერქოვანი (20%). ქერქოვანი წიდეები, როგორც მანგანუმით მდიდარი, საჭიროდ თვლიან დაიმსხვრეს და პირდაპირ მიეწოდოს ღუმელს; ხოლო თხევად წიდეებს, საჭიროა ჩაუტარდეს გრანულაცია (პროცესი მარტივი და ეკონომიურია) და შემდგომ მტვერთან (შლამთან) და აღმდგენელთან (კოქსი, ანაცერი, ნახშირები) ერთად დაბრიკეტდეს. სხვა ავტორთა დადგენილია, რომ მანგანუმისა და კაჟმიწის ღრმა და სრული აღდგენის ერთ-ერთი ძირითადი პირობა მდგომარეობს წიდის და აღმდგენლის კონტაქტის ხარისხში და მის ხანგრძლივობაში. აგრეთვე, ბრიკეტში ლითონური მტვერის არსებობა ხელს უწყობს აღდგენით პროცესებს.

მანგანუმი მსოფლიო ბაზარზე მოთხოვნადობის მიხედვით მეოთხე ელემენტია. ვინაიდან მანგანუმი ფოლადის წარმოებაში დღემდე შეუცვლელი ელემენტია, მასზე მზარდი მოთხოვნა მომავალშიც შენარჩუნდება. მანგანუმშემცველი მადნების მარაგის მიხედვით, საქართველოს ერთ-ერთი წამყვანი ადგილი უკავია და მის მრეწველობას საუკუნოვანი ტრადიცია გააჩნია, მაგრამ ამავდროულად უდიდესი პრობლემაა ნარჩენების დაგროვებისა და მართვის კუთხით. მანგანუმის სამთო-მეტალურგიულ მრეწველობაში მოპოვებული სასარგებლო ელემენტის 50 %-ზე მეტი იკარგება ტექნოლოგიური ნარჩენების სახით. ეს ერთის მხრივ აუარესებს წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებს, ხოლო მეორეს მხრივ გამოუსწორებელ ეკოლოგიურ ზიანს აყენებს გარემოს. დღეისათვის განსაკუთრებით მწვავედ ისმება საკითხი მანგანუმის მადნის მეტალურგიული გადამუშავების ნარჩენების (მტვრის, წიდის, შლამის) უტილიზაციის აუცილებლობის შესახებ. ბაქტერიული გამოტუტვის პროცესის კვლევას და მისი

ეფექტურობის ამაღლებას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება კონკრეტულად
სილიკომანგანუმის წარმოების სარეაქციო ზონის გამონაბოლქვი მტვრიდან (Mn 15-17 %)
მანგანუმის გამოტუტვის ხარისხს, რომელიც 98 %-ს შეადგენს. ბაქტერიული გამოტუტვის
საბოლოო პროდუქტი მანგანუმის სულფატია, რომელიც ბაზარზე მრავალმხრივ
მოთხოვნილია. ხსნარში მანგანუმის კონცენტრაცია შეადგენს 30 გ/ლ.

თავი II - ექსპერიმენტული ნაწილი

§2.1 - სვანეთის არსენოპიტური მადნის (FeAsS) ნარჩენების შესწავლა

პირველ ეტაპზე შესწავლილ იქნა სვანეთის არსენოპიტური მადნის (FeAsS) ნარჩენები კუდების სახით და სხვადასხვა ოქსიდური ნარჩენები. არსენოპიტური მადნები ძირითადი წიაღისეული ნედლეულია სვანეთისთვის. მისი გამოწვით ღებულობენ საბაზისო პროდუქტს „თეთრ დარიშხანს“.

გთავაზობთ ნარჩენების ვიზუალურ სახეს.



ნიმუში №1- ლენტეხის რ-ნი სოფ.მელე ტერიტორია.



ნიმუში №2- ცანა.ყოფილი ქარხნის ეზო სოფ.ყორულდაში



ნიმუში №3- ლენტეხის რ-ნი სოფ.ძულურეში



ნიმუში №4- ლენტეხის რ-ნი სოფ. მელე-კოროზირებული კასრიდან

საწყისი დარიშხანშემცველი ნარჩენების რაოდენობითი-ქიმიური ანალიზის შედეგები დარიშხანის შემცველობაზე .

ცხრილი №1

	ადგილმდებარეობის დასახელება	As ³⁺ %	As ⁵⁺ %
1.	ლენტეხის რ-ნი. სოფ. მელე	12,0	—
2.	ცანა- ყოფილი ქარხნის ტერიტორია. ეზო სოფ.ყორუდაში	43,12	—
3.	ლენტეხის რ-ნი სოფ.ძულურეში	59,7	—
4.	ლენტეხის რ-ნი. სოფ.მელე. კოროზირებული კასრიდან	73,55	—

მოცემული ცხრილიდან კარგად ჩანს ნარჩენებში დარიშხანის პროცენტული შემცველობები. მათ ჩვენ ნარჩენებს ვუწოდებთ, ვინაიდან მიმოფანტულია და სამარხები ღია და ამორტიზირებულია. სინამდვილეში №1 ნიმუში წარმოადგენს არსენოპირიტულ მადანს. №2, №3 ნიმუში წარმოადგენს არსენოპირიტულ გამომწვარ კონცენტრატს, ხოლო №4 ნიმუში ტექნიკური დარიშხანის ოქსიდია (III), რომელიც „თეთრი“ დარიშხანის სახელწოდებითაა ცნობილი და საბაზისო პროდუქტია დარიშხანის სხვადასხვა ნაერთების მისაღებად. 90-იანი წლებიდან დღემდე ეს მიმოფანტული დარიშხანშემცველი ნაერთები დიდი საფრთხის შემცველია იქ მცხოვრები მოსახლეობისათვის. თოვლის და წვიმის პერიოდში ეს ნაერთები ხვდება ცხენისწყალში. მიმდებარე ტერიტორიები დაბინძურებულია, როგორც დარიშხანით, ასევე თანამდევი მძიმე ლითონებით.

ნარჩენების ტოქსიკურობის ხარისხის შესასწავლად გამოყენებულ იქნა EPA-ტესტმეთოდები. TCLP (ტოქსიკურობის მახასიათებელი გამოტუტვის პროცედურის დროს) და WET (სველი ექსტრაქციის ტესტი). ტექნოლოგიური პროცესი თანამედროვე და მარტივია. TCLP ტესტმეთოდის მიხედვით: ვილებდით გამოსატუტ ჰაერმშრალ ნარჩენის ნიმუშს 25 გრამს. ვუმატებდით 500 მლ სტანდარტს (1:20); pH =5-6; T=30°C; პროცესი გრძელდებოდა 24 სთ-ის განმავლობაში მუდმივი მორევის პირობებში მაგნიტური სარეველას საშუალებით. WET ტესტმეთოდის მიხედვით: ვილებდით გამოსატუტ ჰაერმშრალ ნარჩენის ნიმუშს 25 გრამს. ვუმატებდით 250 მლ სტანდარტს (1:10); pH=5-6; T=25-30 °C. პროცესი გრძელდებოდა 48 სთ-ის განმავლობაში მუდმივი მორევის პირობებში მაგნიტური სარეველას საშუალებით.

გამოტუტვის პროცედურამ ცხადყო, რომ ოთხივე ნიმუში ხასიათდება მაღალი ტოქსიკურობით. წარმოადგენენ დარიშხანის სამვალენტთან ნაერთებს, არსენოპირიტის და სამვალენტთან ოქსიდურ ფორმებს. ხასიათდებიან დაბალი გავრცელების არეალით, ძირითადად უხსნადი ფორმებია და გამოირჩევიან აკუმულირების უნარით. მათ ეწოდებათ არსენიტები.

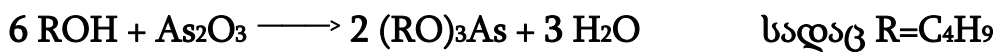
TCLP და WET სტანდარტების მიხედვით დარიშხანის ხსნადობა

ცხრილი №2

№	ნიმუშების ფორმები	საწყისი As %	TCLP სტანდარტის მიხედვით ხსნადობა დარიშხანზე გადაანგარიშებით %	WET სტანდარტის მიხედვით ხსნადობა დარიშხანზე გაანგარიშებით %
1.	არსენოპირიტის მადანი	12,0	0,347	0,35
2.	არსენოპირიტის კონცენტრატი	43,12	0,113	0,116
3.	არსენოპირიტის კონცენტრატი	59,7	0,09	0,10
4.	„თეთრი“ ტექნ. დარიშხანი.	73,55	0,813	0,0135

შედეგებიდან გამომდინარე აუცილებელია ასეთი ტიპის დარიშხანშემცველი ნაერთები დროულად მოვაცილოთ გარემოს. კვლევების შედეგად დადგენილ იქნა რომ საკვლევი ნიმუშები წარმოადგენს არსენოპირიტულ მადანს, კონცენტრატს და ტექნიკურ „თეთრ“ დარიშხანს.

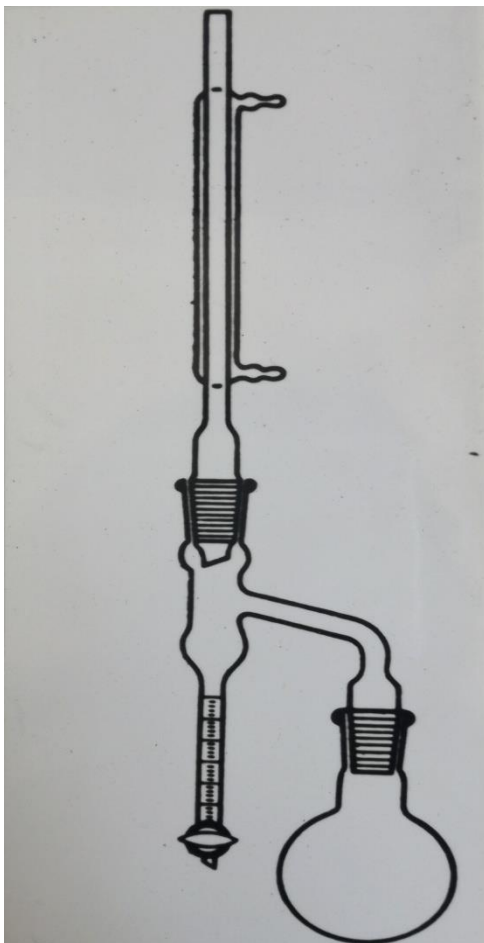
რემედიაცია დარიშხანის ოქსიდური ფორმების , შესაძლებელია ერთატომიანი ალიფატური რიგის სპირტების საშუალებით. კერძოდ, ბუთილის სპირტის მოქმედებით აღნიშნულ ნაერთებთან დარიშხანოვანი მჟავას ეთერის წარმოქმნით.



მიღებული დარიშხანოვანი მჟავას ეთერი ჰიდროლიზდება წყლით. რეაქტორში მიიღება მაღალი ხარისხის დარიშხანის ოქსიდი, რომლის სისუფთავე ფარმაკოპიულია, სპირტი რეგენერირდება და გამოიყენება კვლავწარმოებისთვის.

რეაქტორი დინასტარკის დამჭერით

სურათი № 2

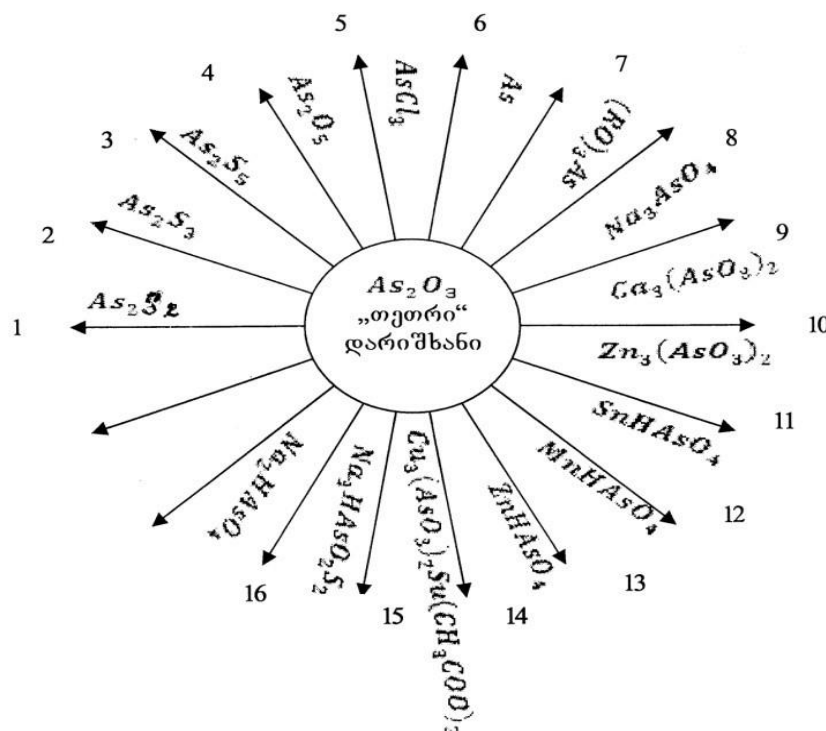


გამოსავლიანობა მაღალი ხარისხის პროდუქტისა შეადგენს 96-98 %. ასეთი სისუფთავის საბაზისო პროდუქტი გამოიყენება მაღალი ხარისხის მეტალური დარიშხანის ანტიჰელმინთური პრეპარატების, კალას, ცინკის, მანგანუმის, კალციუმის ჰიდროარსენატების მისაღებად. (დაცულია საავტორო მოწმობით).

შედარებით დაბალი შემცველობის ნარჩენებისა და მადნებისაგან, რომლებიც შეიცავენ დარიშხანის 1-12 %-ს, შესაძლებელია გამოტუტვა Na-ის ტუტით და მიღება ნატრიუმის არსენატების, რომლებიც პესტიციდებად და სხვა დარიშხანშემცველი კომპლექსნაერთების მისაღებად გამოიყენებიან. ზესუფთა დარიშხანშემცველი ნაერთების უმრავლესობა მაგ: As_2O_3 , As_2O_5 , As_2S_2 , As_2S_3 , $SnHAsO_4$, წარმოადგენს ნაწილ მასალებს. ამ მიმართულებით ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის განყოფილებაში კვლევები მიმდინარეობს.

საბაზისო პროდუქტიდან (As_2O_3) მიღებულ ზესუფთა ნაერთები.

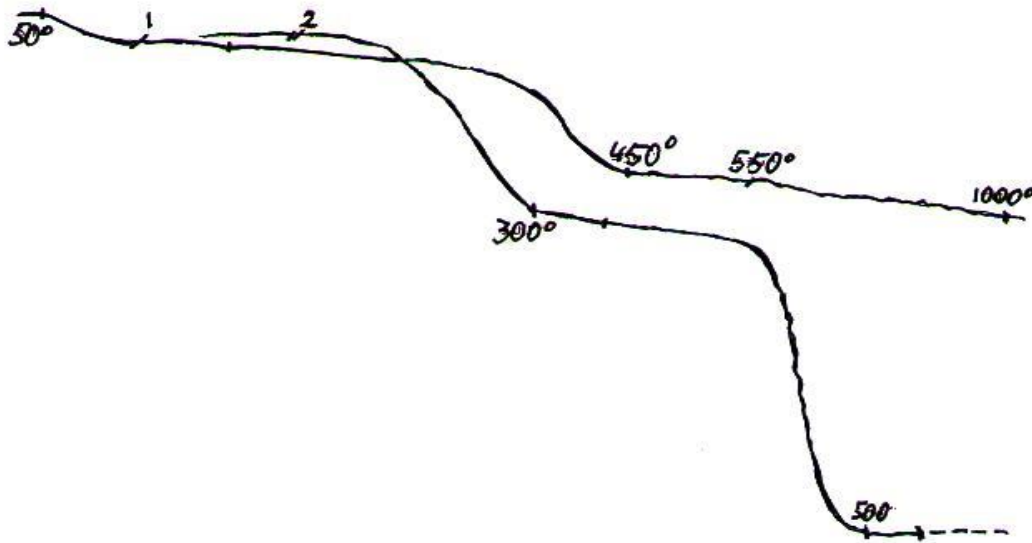
სურათი №3



ტექნიკური „თეთრი“ დარიშხანის ნიმუშს (As_2O_3) და ასევე ყველაზე უხსნად - კალციუმის არსენატს $Ca_3(AsO_4)_2$ ჩაუტარდათ თერმოგრაფიკული კვლევა დერივატოგრაფზე.

კალციუმის (V) არსენატი -მრუდი №1 და დარიშხანის (III) ოქსიდი-მრუდი №2 .

თერმოგრამა №1



თერმოგრამაზე (მრუდი №1) ნაჩვენებია კალციუმის არსენატის მასის კლება 50-100 °C-მდე. დანაკარგი შეადგენს 5,8 %-ს. ადგილი აქვს სითბოს გამოყოფას და ლღობას. 1000 °C-ზე დანაკარგი შეადგენს 23,9 %-ს. თერმოგრამაზე (მრუდი №2) ნაჩვენებია დარიშხანის ოქსიდის მასის კლება 200-275 °C-მდე. დანაკარგი შეადგენს 41,4 %-ს. 550 °C -ზე ადგილი აქვს მთლიანად აორთქლებას , ანუ დანაკარგი შეადგენს 97,7 %-ს. აქედან შეგვიძლია დავასკვნათ რომ უხსნადი არსენატებიდან -ჩვენს შემთხვევაში ადებულ იქნა კალციუმის არსენატი და ოქსიდის სახით არსენიტი, თერმულად უფრო მდგრადია კალციუმის არსენატი , ვიდრე დარიშხანის ოქსიდი, რომელმაც მთლიანად განიცადა აორთქლება.

§2.2. „მადნეულის“ საწარმოს ჩამდინარე კარიერული წყლიდან სპილენძის რემედიაცია.

მეორე ეტაპზე შევისწავლეთ ქვემო ქართლის „მადნეულის“ საწარმოს ქალკოპირიტული მადნის ჩამდინარე წყლის ქიმიური შედგენილობა და მისი გავლენა ჯერ ღელე კაზრეთულასა და შემდგომ მდინარე მაშავერას ეკოლოგიურ მდგომარეობაზე. მდინარე მაშავერა არის ქვემო ქართლის მიწების საკმაოდ დიდი ნაწილის ძირითადი სარწყავი საშუალება. სოფლის მოსახლეობა მიუხედავად გაუმჯობესებული მდგომარეობისა, მაინც გამოხატავს უკმაყოფილებას სარწყავი წყლის დაბინძურების გამო, ზოგიერთი მძიმე ლითონით (დომინანტია სპილენძი), რაც აისახება წარმოებული კვების პროდუქტების ხარისხზე. იკვეთება აუცილებლობა შეძლებისდაგვარად გამოკვლეულ იქნას აღნიშნული საწარმოს მიერ გამოყენებული და ბოლოს მაშავერაში ჩაშვებული წყლის ქიმიური შედგენილობა, რათა უფრო საფუძვლიანი გახდეს გარემოს სანიტარული მდგომარეობის მიზან-შედეგობრივი კავშირები.

ქალკოპირიტული მადნის ჩამდინარე წყლების ანალიზის შედეგები.

ცხრილი №3

№	სინჯის ადების ადგილი	წყლის		ელემენტთა შემცველობა გ/ლ			
		Ph ქარბ	ph	Cu ქარხნის	Cu	Fe ქარხნის	Fe
1.	კუდსაცავიდან ჩამდინარე	6,3	3,39	—	0,18	0,03	0,27
2.	კუდსაცავის შეერთება კაზრეთულასთან	6,0	7,5	—	0,26	0,09	0,3
3.	მაშავერა+ კაზრეთულა (200; 50 მ)	6,5	7,2	—	0,014	—	0,040
4.	მაშავერა შეერთებამდე	6,9	7,0	—	0,0027	—	0,0013
5.	კარიერული ჩამდინარე წყალი	0,9	2,2	0,9	1,12	1,2	1,3

მონაცემთა პირველი ციფრები ქარხნის ქიმიურ ლაბორატორიას ეკუთვნის, ხოლო მეორე ჩვენს მიერ იქნა განსაზღვრული, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ციფრები ცვალებადია სხვადასხვა დროს. გამოსავალს ჩვენ ვხედავთ კარიერისა და ფლოტაცია განვლილი წყლების სრულყოფილ გაწმენდაში. თუ გვინდა მდინარე მაშავერაში უხვად ბინადრობდეს კალმახი, სრულყოფილად უნდა აღიკვეთოს მისი დაბინძურების მიზეზები.

კვლევისთვის შესწავლილ იქნა კაზრეთის ქალკოპირიტული მადნის ჩამდინარე კარიერული წყლის შედგენილობა, სადაც $Cu=0,8-1,12$ გ/ლ საშუალოდ და $Fe=1,31$ გ/ლ. 500 მლ კარიერული წყალი მოვათავსეთ ცილინდრული ფორმის 600 მლ-იან ქიმიურ ჭიქაში. ჩავკიდეთ შიგნით რკინის ღერო. pH იცვლებოდა 2-3 ფარგლებში. $T= 19-24$ °C. წარმართა ქიმიური რეაქცია -

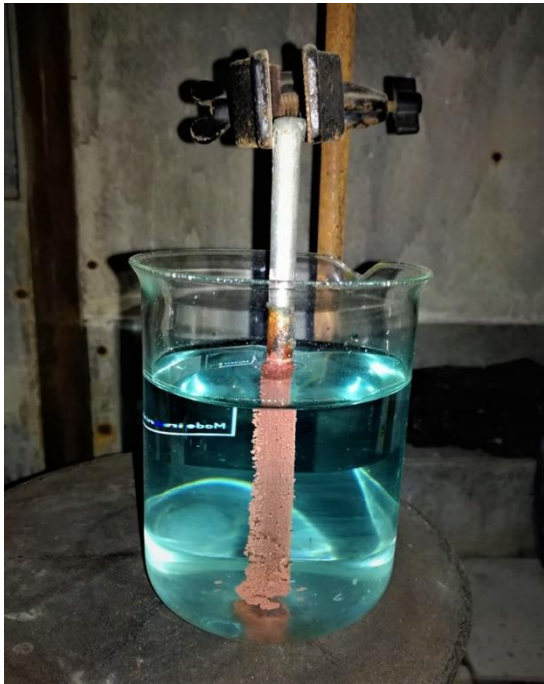


თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ წყალში სპილენძი არსებითად შაბიამნის სახით იმყოფება, ხოლო რეაქციის შედეგად რკინის სულფატი მიიღება შედგენილობით $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$, ცემენტაციის ტოლობა მოლოკელური ფორმით ასეთნაირად უნდა წარმოვიდგინოთ:



პროცესის არსი ასეთია: ეჯახება რა სპილენძის (II) იონები რკინის ღეროს, ხდება ამ უკანასკნელის დაჟანგვა, თანახმად იონური ტოლობისა : $Fe + Cu^{2+} \longrightarrow Cu + Fe^{2+}$

შედეგად სპილენძი ეკვრება რკინის ღეროს და მისი მასა რეაქციის მიმდინარეობისას თანდათანობით იზრდება. როცა რეგენერირებული სპილენძისა და რკინის ღეროს ურთიერთმიზიდულობის ძალა აღემატება ან ტოლია ღეროზე მიკრული სპილენძის მასის, მაშინ აღდგენილი სპილენძი მიკრულია ღეროზე, ხოლო თუ აღდგენილი სპილენძის მასა აღემატება რკინის ღეროს და რეგენერირებული სპილენძის ურთიერთმიზიდულობის ძალას, მაშინ აღდგენილი სპილენძი შორდება რკინის ღეროს და თანდათანობით ილექება ჭიქის ფსკერზე.



ალდგენის შედეგად მიიღება ამორფული სპილენძი, რომელიც წარმოადგენს შეხების დიდი ფართის შემცველ მასას, რაც განაპირობებს წყლის დიდი რაოდენობით ადსორბციას. გთავაზობთ ცხრილს, რომელშიც მოტანილია „ნედლი“ სპილენძის რაოდენობითი სპექტრალური ანალიზის შედეგები.

„ნედლი“ სპილენძის რაოდენობითი-სპექტრალური ანალიზის შედეგები

ცხრილი №4

ელემენტების შემცველობა , მასა %									
Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Co	Cu	Zn	T
0,1-0,3	0,03-0,06	0,1-0,3	0,006-0,01	0,6-1,0	0,06-0,1	0,001	>10,0	0,6-1,0	0,1-0,3

თუ მიღებულ ფხვნილს კარგად დავამუშავებთ 10 % იანი გოგირდმჟავას ხსნარით, კარგად გავრეცხავთ წყლით, გავაშრობთ და გადავადნობთ, მივიღებთ 99,9 % სისუფთავის სპილენძს, რაც დიდ მიღწევად უნდა ჩაითვალოს. ამრიგად, რკინის ღეროების გამოყენებით სპილენძის ცემენტაციით აღდგენა შეიძლება რეკომენდირებულ იქნას, როგორც კაზრეთის ქალკოპირიტული მადნის ჩამდინარე კარიერული წყლების გაუვნებელყოფის ეფექტური ხერხი საწარმოო პირობებში.

- 1) შედეგად წყალი სუფთავდება თითქმის 99 %-ით სპილენძისგან (ერთ-ერთი მავნე მძიმე მეტალი ნიადაგისთვის).
- 2) მიიღება მაღალი სისუფთავის სასაქონლო პროდუქტი- სპილენძი.
- 3) ქვემოქართლის მოსახლეობას გადაწყვეტილი ექნება ეკოლოგიური პრობლემა სარწყავ არხებთან მიმართებაში, რაც თავის მხრივ განაპირობებს სუფთა ნიადაგს და სუფთა პროდუქტებს.

მარტივი, ეკოლოგიურად უსაფრთხო ტექნოლოგიების გამოყენება მეტად წაადგება საწარმოს. ეს ხომ გლობალური პრობლემის ერთ-ერთი გადამწყვეტი ფაქტორია.

§2.3 ფეროშენადნობი ქარხნის მანგანუმშემცველი ნარჩენიდან (მტვერი) მანგანუმის სულფატის მიღება.

მესამე ეტაპზე შესწავლილ იქნა ზესტაფონის ფეროშენადნო ქარხნის ნარჩენი (მტვერი) საწმენდი ფილტრიდან.

მანგანუმშემცველი მტვერი

სურათი №6



შესწავლილ იქნა საკვლევი ობიექტის ფიზიკურ-ქიმიური და მინერალოგიური შემადგენლობა.

სილიკომანგანუმის მტვრის რაოდენობითი-სპექტრალური ანალიზის შედეგები

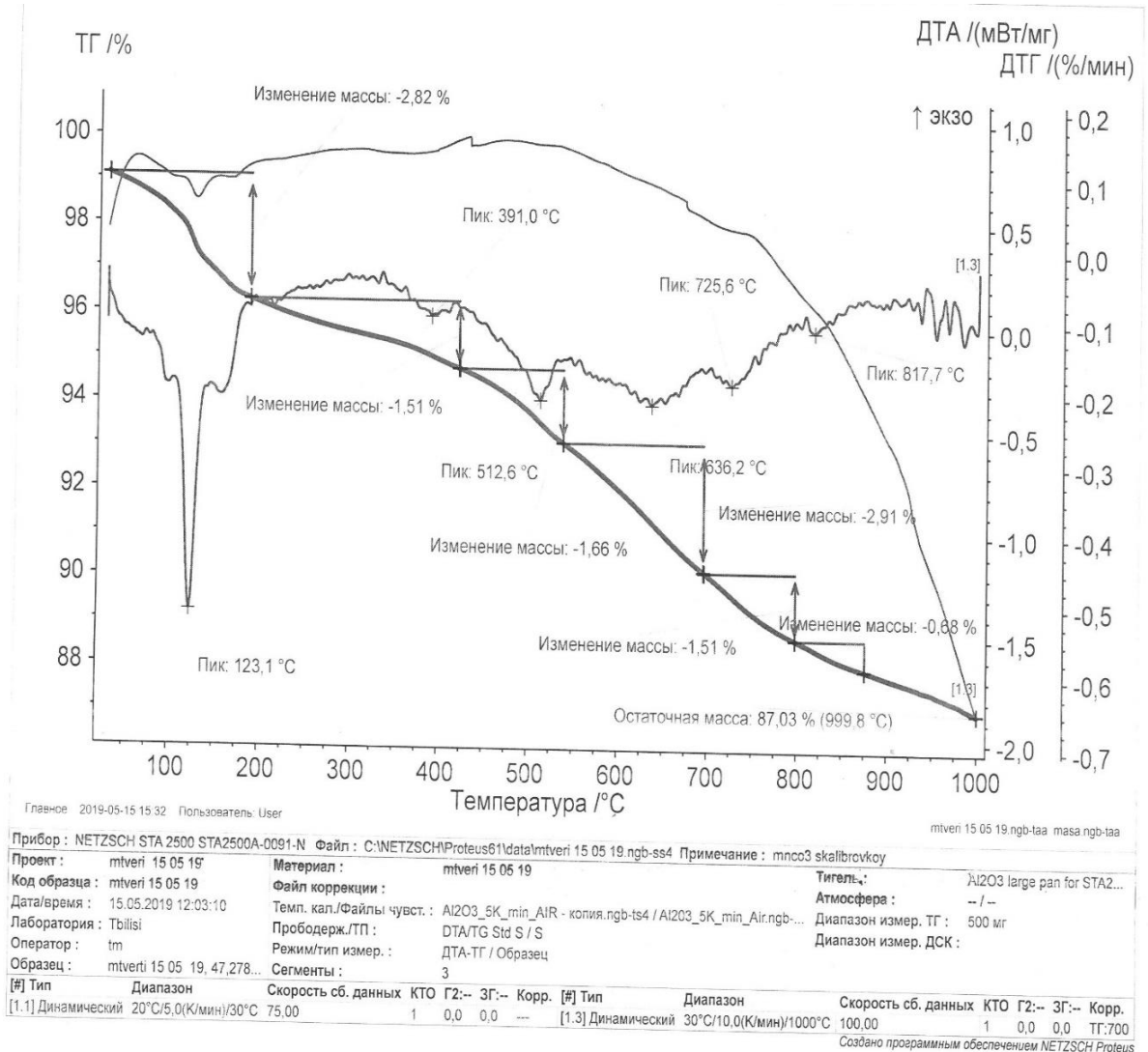
ცხრილი №5

სილიკომანგანუმის მტვრის ქიმიური შედგენილობა %											
Mn	Si	Fe	Al	Ca	Mg	Na	Ni	Ti	Cu	Pb	O ₂
15÷17	18÷20	2÷4	12÷14	6,0	2,0	3÷5	0,2	0,40	0,002	0,004	დანარჩენი

ასევე ჩატარებულ იქნა თერმოგრაფიული კვლევა უახლეს დერივატოგრაფზე.

სილიკომანგანუმის მტვრის თერმოგრამა

თერმოგრამა №2



წარმოდგენილ მრუდზე კარგად არის ასახული მასის კლება, რომელიც იწყება 120 °C-დან. ნიმუშის გახურება განხორციელდა 1000 °C-მდე . დარჩენილი მასა არის საწყისი მასის 87,03 %, რომელიც წარმოადგენს სილიკომანგანუმის კონცენტრატს.

კვლევის ობიექტს წარმოადგენდა სილიკომანგანუმის დნობის სარეაქციო აირების მშრალი აირწმენდის შედეგად მიღებული წვრილდისპერსული მტვერი, რომლის გამოტუტვა მოხდა 10 % -იანი გოგირდმჟავას და ლიმონმჟავას გამოყენებით. T= 20-25 °C. შეფარდება მყარი სითხესთან იყო (1:20), pH=3-4. მუდმივი მორევის პირობებში მაგნიტური

სარეველას მეშვეობით, მანგანუმის სულფატის გამოსავლიანობამ შეადგინა 98 %, რაც კარგ შედეგად უნდა ჩაითვალოს.

გამოტუტული მანგანუმის სულფატის ხსნარი

სურათი №7



ეს მეთოდი ახალია და კიდევ საჭიროებს დახვეწას, რათა დადგინდეს გამოტუტვის ოპტიმალური პირობები. ამ მიმართულებით კვლევები გაგრძელდება.

დასკვნა

დედამიწის ყოველი მონაკვეთი სულ უფრო დიდი ღირებულების მქონე სიმდიდრედ გვევლინება. მოსახლეობის ზრდისა და ამასთან ერთად, სამრეწველო წარმოებათა ზრდის გამო ცხადი ხდება რომ ბუნების დაცვა ცხოვრების ხარისხის ერთ-ერთი ძირითადი მაჩვენებელია.

კვლევის შედეგად შესწავლილია სვანეთი-ცანას ტერიტორიაზე არსებული, ოთხ ობიექტზე მიმოფანტული არსენოპირიტული ნარჩენები, რომლებიც წარმოადგენენ მაღალი შემცველობის ოქსიდურ გამომწვარ პროდუქტებს არსენიტების სახით (As_2O_3). გამოირჩევიან მაღალი ტოქსიკურობის ხარისხით და წლების განმავლობაში საფრთხეს უქმნიან მოსახლეობის ჯანმრთელობას. საჭიროა მათი სასწრაფოდ დასაწყობება ან ახალი სარკოფაგების აშენება. განვითარებული ქვეყნები ასეთი შემცველობის დარიშხანშემცველი ნაერთების რემედიაციას ახდენენ. მათგან შესაძლებელია ზესუფთა ნანომასალების მიღება. ჩვენს მიერ შემოთავაზებულია რემედიაციის პირობებიც.

„მადნეულის“ საწარმოს ქალკოპირიტული მადნის ჩამდინარე კარიერული წყალი, რომელიც სპილენძს შეიცავს 0,8-1,12 გ/ლ, საფრთხეს უქმნის კაზრეთულა-მაშავერას მდინარეს, რომლის მეშვეობით შექმნილია ქვემო ქართლში საირიგაციო სისტემა, სადაც მძიმე მეტალების შემცველობა (დომინანტია სპილენძი) ბევრად აღემატება ზდკ-ას. საფრთხეს უქმნის სასოფლო-სამეურნეო მიწის ნაკვეთებს და წარმოებულ პროდუქტებს, რომლითაც მარაგდება დედაქალაქის უდიდესი ნაწილი. თუ კი მოხდება სპილენძის რემედიაცია შემოთავაზებული მეთოდით, რაც დიდ მიღწევად უნდა ჩაითვალოს, გაუმჯობესდება ეკოლოგიური მდგომარეობა და შესაბამისად შესაძლებელი გახდება სუფთა პროდუქტების წარმოებაც.

ზესტაფონის ფეროშენადნობთა საწარმოს მანგანუმშემცველ მტვერში მანგანუმის შემცველობა შეადგენს $\approx 17\%$ -ს, რაც დიდ საფრთხეს წარმოადგენს. ზაფხულში მისი მტვერი ფოთამდეც კი აღწევს, რომ აღარფერი ვთქვათ ჭიათურა-ზესტაფონის ნიადაგებზე, სადაც სავალალო მდგომარეობაა შექმნილი. ვინაიდან ფეროსილიკომანგანუმის მოპოვება ღია კარიერული წესით ხდება, ამ რეგიონში ადამიანთა დაავადებების მაჩვენებლები ბევრად გაზრდილია. შემოთავაზებულია მანგანუმშემცველი მტვრიდან მანგანუმის სულფატის გამოტუტვა 10%-იანი გოგირდმჟავას და ლიმონმჟავას გამოყენებით. მანგანუმის სულფატი ბაზარზე მრავალმხრივ მოთხოვნადია.

ნაშრომში წარმოდგენილი ტექნოლოგიები თანამედროვე, უნარჩუნო წარმოებას განაპირობებს. კვლევებში გამოყენებულია ახალი რაოდენობითი-სპექტრალური ISII, ატომურ-აბსორბციული PRKIN-ELM, დერივატოგრაფი NETZSCH STA 2500 და რაოდენობითი-ქიმიური ანალიზის მეთოდები.

ეკოლოგიური გარემოს გაუმჯობესება საქართველოში ჯანსაღი ცხოვრების საწინდარია. გაიზრდება ტურისტული პოტენციალი და ცხოვრების დონე. მომავალმა თაობამ ამ მიმართულებით მეტი უნდა იმუშაოს და გააკეთოს.

გამოყენებული ლიტერატურა

- 1) რ.გიგაური, გ.ჩაჩავა- დარიშხანი და გარემომცველი ბუნება. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. 2004.
- 2) Gigauri R, Japaridze Sh, Chrakadze A, Gogitidze T- Study of toxicity rate and environmental pollution caused with arsenic-containing waste according to TCLP and WET standarts. R.Agladze conference RAC-3. 2011. 18-19 October. p.60.
- 3) N.Lekishvili, R.Gigauri, M.Rusia, Kh.Barbakadze- Arsenic and Stibium advanced compounds and materials with specific properties. Monograph. Tbilisi. 2014.
- 4) ზ.გამსახურდია. წერილები, ესეები. თბილისიხელოვნება. 1991. გვ 191-227.
- 5) ვ.რცხილაძე- მეტალურგია.2006.
- 6) ნ.გიგაური, რ.გიგაური- ფხვნილისებრ რკინაზე სპილენძის ცემენტაცია კაზრეთის ქალკოპირიტული მადნის კარიერის ჩამდინარე წყლიდან. Scien. Journal Intellectual.2012. №18. P 128-132.
- 7) Д.В.Сахвадзе, Л.И.Сахвадзе, Р.И.Гигаури- Утилизация марганец содержащих производственных отходов методом бактериального выщелачивания VI. Меж. конф. „ Материалы и покрытия в экстремальных условиях. МЕЕ -2010. 20-24сентября. тез. докл. А/ Р Крим. Украина.
- 8) ი.მაისურაძე - სილიკომანგანუმის მიღების ახალი ტექნოლოგიური სქემის დამუშავება ფეროშენადნობთა წარმოების მანგანუმშემცველი და ნახშირბადშემცველი ნარჩენების გამოყენებით. სტუ სადოქტორო დის. 2014. თბილისი.