

ტექნოგენურად დაბინძურებული კარიერული(მყავე) წყლების გაწმენდის სისტემები

კონსტანტინე ხაჭაპურიძე

ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, გარემოს დაცვითი ინჟინერისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, კოსტავას ქ.69, 0192, თბილისი, საქართველო. E-Mail:

konstantinekhachapuridze@gmail.com.

ანოტაცია

განხილულია საქართველოში კერძოდ, ბოლნისის რაიონში მოქმედი სამთომოპოვებითი მრეწველობის „RMG ჯგუფი“-ს სასარგებლო წიაღისეულის სალიცენზიო ფართობში სპილენძისა და პოლიმეტალების საბადოების ღია დამუშავებისას წარმოქმნილი მყავე კარიერული დაბინძურებული წყლების გაწმენდისათვის შერჩეული თანამედროვე წყლის გაწმენდის სისტემების მუშაობის ტექნოლოგიური ციკლი. „RMG ჯგუფი“-ს მიერ დამონტაჟებული ქიმიური გამწმენდი ნაგებობის(თანამედროვე წყლის გაწმენდის სისტემები) მუშაობის ეფექტურობის დადგენის მიზნით, ჩატარდა წყლებში (გამწმენდ ნაგებობაში შემავალი კარიერული დაბინძურებული წყლები, გამწმენდი ნაგებობიდან გამომავალი გაწმენდილი წყლები, მდინარე მაშავერა და კვირაცხოვლის ღელეს წყლები) ფიზიკო-ქიმიური კვლევა. მათი შედეგები გაანალიზდა ზედაპირული წყლის ობიექტებში დადგენილი ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების ნორმებსა და ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების მიმართებაში.

საკვანძო სიტყვები: მდ. მაშავერა, წყლის გაწმენდის სისტემები.

შესავალი

საქართველოს კანონების - „წყლის შესახებ“, „გარემოს დაცვის შესახებ“, „წიაღის შესახებ“, „ცხოველთა სამყაროს შესახებ“ და სხვა ნორმატიული აქტების შესაბამისად, აგრეთვე „საქართველოს ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის წესების“ მიხედვით უზრუნველყოფილი და დარეგულირებული უნდა იყოს წყლის ობიექტების დაცვა

წერტილოვანი და დიფუზიური ანთროპოგენული წყაროების ისეთი უარყოფითი ზემოქმედებისაგან, რომელიც გამოიწვევს წყლის ხარისხობრივი მდგომარეობის ცვლილებას, სასმელ - სამეურნეო წყალმომარაგებისა და მოსახლეობის ჯამრთელობის პირობების გაუარესებას[1-5].

სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვება სამთამადნო დარგში, როგორცაა კარიერის დამუშავება და ფუჭიქანების სანაყაროების ფორმირება მნიშვნელოვან გარემოსდაცვით ასპექტს წარმოადგენს, ვინაიდან აღნიშნულ პროცესში მძიმე მეტალებით დაბინძურებული მჟავე კარიერული წყლები წარმოქმნება, რომელიც გარემოზე მნიშვნელოვან მავნე ზეგავლენის ახდენს. სპილენძისა და პოლიმეტალების საბადოების მადნების ღია დამუშავება დაკავშირებულია მჟავე კარიერული წყლების სპილენძის, თუთიის, ტყვიის, კადმიუმის, მანგანუმის და ა.შ. იონებით დაბინძურებასთან. საბადოს ტიპი და ხასიათი, ასევე კლიმატური პირობები განაპირობებს დამაბინძურებლელი ნივთიერებების რაოდენობას და შემადგენლობას.

აღნიშნული პრობლემა მეტად მნიშვნელოვანია საქართველოში კერძოდ, ბოლნისის რაიონში მოქმედი სამთომოპოვებითი მრეწველობის სალიცენზიო უბნებზე. „RMG ჯგუფი“-ს არსებული მჟავე კარიერული წყლების ქიმიური გაწმენდა (თანამედროვე წყლის გაწმენდის სისტემები) საშუალებას იძლევა იონ-მეტალების შემცველობა მიყვანილი იქნეს ზღა-ს მიახლოებულ სიდიდემდე[10].

ძირითადი ნაწილი

საქართველოში ფერადი ლითონების წარმოების პირველ ობიექტად ბოლნისის რაიონში არსებული პოლიმეტალის საბადო და საწარმო ითვლება, რომელიც თბილისიდან სამხრეთ-აღმოსავლეთით 80 კმ-ის დაშორებით მდებარეობს. 1959 წელს საქართველოში დაიწყო ფერადი ლითონების ერთ-ერთი უდიდესი, სამთოგამამდიდრებელი მადნეულის კომბინატის მშენებლობა. 1975 წლიდან კომბინატი ახორციელებდა სპილენძის, ბარიტის, ოქრო-ვერცხლის შემცველი კვარციტებისა და პოლიმეტალური მადნების მოპოვებას, მოპოვებული სპილენძის და ბარიტის მადნების პირველად გადამუშავებას, გამდიდრებას და რეალიზაციას.

ბოლნისის რაიონის ტერიტორია აგებულია უმთავრესად მეოთხეული ნალექებით, ცარცული და იურული ასაკის კირქვებით, მერგელებით, ქვიშაქვებით და ვულკანოგენური წარმონაქმნებით. ასევე ვხვდებით ძველ ვულკანურ ნაკადებს, რომლებიც ხრამისა და მაშავერას ხეობაში ჩამოდის.

რაიონის ტერიტორიაზე მდებარე მადნეულის საბადოს აგებულებაში მონაწილეობს ტურონული და სანტონური ასაკის ვულკანოგენური დანალექი წყებები. მადან შემცველმა ქანებმა განიცადა ჰიდროთერმული შეცვლა (ზემოქმედება). პირველ ეტაპზე მოხდა ვულკანური ქანების პროპილიტიზაცია, ძლიერი პირიტიზაცია. მეორე ეტაპზე გაკვარცება, გოგირდის, კაოლინის, სერიციტის, ალუნიტის და ბარიტის ფორმირება.

აღსანიშნავია გამაღნების ვერტიკალური ზონალობა ზევიდან-ქვევით: ბარიტი, ბარიტი-ოქრო, ბარიტი-პოლიმეტალები (Pb, Zn, Cu, Au, Ag) და სპილენძ-თუთია. შუალედური ტიპის მადნებია: ბარიტი-ტყვია, ბარიტი-თუთია, ტყვია-თუთია და საკუთრივ თუთია.

„RMG ჯგუფი“-ს სანაყაროები(1-ლი, მე-2 მე-3 და მე-4) განთავსებულია სპილენძ-ბარიტ-პოლიმეტალური კარიერის დამუშავების შედეგად წარმოქმნილი ფუჭი ქანები, რომელზეც ფუჭი ქანების განთავსება დაიწყო 1975-76 წლებში. მე-2 მე-3 და მე-4 სანაყაროებიდან 30-40 წელია დრენირებს მჟავე კარიერული წყლები, რომელიც აბინძურებდა მდინარეებს: მაშავერა, კაზრეთულა და ფოლადაურს [8-9].

წყლის ქიმიური გამწმენდი ნაგებობის პროექტირებისა და მოწყობისათვის შპს არ ემ ჯი გოლდი-მა საერთაშორისო საკონსულტაციო კომპანია “Golder associates“-ის დახმარებით შეასრულა წინასწარი კვლევები ჩამდინარე წყლების გაწმენდის საუკეთესო გარემოსდაცვითი გადაწყვეტილებების, წყლის ქიმიური გამწმენდი სისტემების კონცეფციის და საუკეთესო ტექნოლოგიის შერჩევის მიზნით. ამ კვლევების საფუძველზე შემუშავდა საპროექტო ტექნიკური დავალება.

ამის შემდგომ, წყლის ქიმიური გამწმენდი ნაგებობის პროექტირებისა და მოწყობის მიზნით შპს არ ემ ჯი გოლდი-მა გამოაცხადა საერთაშორისო ტენდერი. ტენდერში მონაწილეობა მიიღო სხვადასხვა ქვეყნის 9 კომპანიამ, მათგან ტენდერის პირველ სტადიაზე მოხდა მონაწილეების გამოხშირვა და საბოლოო შერჩევა მოხდა დარჩენილი 3 პრეტენდენტისაგან. პრეტენდენტების საპროექტო წინადადებების განხილვის შედეგად საბოლოოდ ხეშეკრულება გაფორმდა პორტუგალიურ კომპანია Elevation Engenharia, SA-სთან, რომელიც ხელმძღვანელობს გერმანული კომპანიის Cerafiltec-ის ტექნოლოგიური რეგლამენტით.

Cerafiltec წარმოადგენს გერმანულ კომპანიას, ვინც წყლის გაწმენდის დარგში ერთ-ერთი მოწინავე და ინოვაციური კომპანიაა. 25 წლის წინ მათ განახორციელეს კერამიკული ბრტყელი ფირფიტის მემბრანიანი ფილტრაციის ტექნოლოგიის შექმნის იდეა. მას შემდეგ აღნიშნული ტიპის ფილტრებმა დიდი მოწონება მოიპოვეს ამ დარგში მომუშავე სპეციალისტებს შორის. 2016 წელს კერამიკული ფილტრაციის ტექნოლოგიის წამყვანმა სპეციალისტებმა, მეცნიერებმა და პროფესორებმა ჩამოაყალიბეს კომპანია Cerafiltec. კომპანიამ უფრო დახვეწა ტექნოლოგია და შეიმუშავა ყველაზე ინოვაციური კერამიკული ბრტყელი ფირფიტის მემბრანული ფილტრების მოდულები. დღეს კომპანია წარმატებით მოღვაწეობს მსოფლიოს მრავალ ქვეყანაში.

Cerafiltec-ის მიერ ლაბორატორიული ცდების საშუალებით გადამოწმდა მიწოდებული პარამეტრები და ცდების შედეგად დადგინდა გასაწმენდი კომპონენტების სიდიდეები, რომლებიც მიიღწევა წყლის დამუშავების შემდეგ[6-7].

2020 წლის ბოლოს შპს „არ ემ ჯი გოლდი“-ს მიერ პირველად საქართველოში განხორციელდა თანამედროვე ქიმიური გამწმენდი ნაგებობების მონტაჟი. ქიმიური

გამწმენდების ექსპლუატაციაში შესვლის შემდგომ, მთლიანად აღმოიფხვრა ზედაპირული წყლის ობიექტების(მდინარე მაშავერა, მდინარე კვირაცხოვლის ღელე და მდინარე კაზრეთულა) დაბინძურება. ქიმიური გამწმენდი ნაგებობები უზრუნველყოფენ მჟავე კარიერული წყლების გაწმენდას კომპანისათვის დადგენილი ზღრ ნორმის ფარგლებში[10].

კვლევი პირველ ეტაპზე განხორციელდა მჟავე კარიერული წყლების ქიმიურად გაწმენდილი წყლების საფუძვლიანი შესწავლა/გამოკვლევა და მდინარე მაშავერასა და კვირაცხოვლის ღელის წყლის აღებულ სინჯებში მძიმე ლითონების შემცველობის განსაზღვრა კერძოდ:

ქიმიურად გაწმენდილი მჟავე კარიერული წყლების შესწავლა და ლაბორატორიული კვლევის შედეგების შედარება ზღრ და ზღკ ნორმებთან ნარჩენი იონ-მეტალების დიაპაზონის დასადგენად. ქიმიური გამწმენდი ნაგებობიდან აღებული იქნა როგორც შემავალი გასაწმენდი წყალი ასევე, გაწმენდილი წყალი ლაბორატორიული კვლევისათვის.

ამასთან სინჯები აღებული იქნა მდინარე მაშავერასა და კვირაცხოვლის ღელედან. კვლევის განხორციელდა შპს „არ ემ ჯი გოლდი“-ს გარემოსდაცვითი ლაბორატორიაში. საკვლევად გამზადებული წყალი გაიფილტრა სპეციალური ფილტრის (ქაღალდის ფილტრები) საშუალებით, შემდგომ კოლბაში არსებულ საკვლევ წყალში გაზომილი იქნა PH (წყალბად იონთა კონცენტრაცია).

გაფილტრულ წყალი მომზადდა კვლევისთვის და სასურველ განზავებები განხორციელდა სპეციალური პიპეტების საშუალებით, განზავების პროცესში გამოყენებული იქნა დისტილირებული წყალი. განზავებული ხსნარი, გადატანილი იქნა მინის კიუვეტებში, რომლებიც გამოიყენება Hach DR-3900 მოდელის სპექტროფოტომეტრისათვის. მინის კიუვეტებში ემატება სპეციალურ რეაგენტი ყველა მეტალებისათვის ცალ-ცალკე, რომელსაც აღმომჩენი ფუნქცია აქვს, ეს რეაგენტებიც არის Hach ის ფირმის. Cu, So₄, Fe, (ფხვნილის ბალიშები) და Zn ის შემთხვევაში ასევე Hach ის ფირმის აღმომჩენი რეაგენტი „ციკლოჰექსანი“. რეაგენტების დამატების შემდეგ კიუვეტები ენერგიულად შენჯღრევის შემდგომ თავსთება სპექტროფოტომეტრში, მოწყობილობაში მოთავსებამდე აუცილებელია კიუვეტის გაწმენდა რადგან მოხდეს სხივის კარგი გატარება. პარალერულად მზადდება ნულოვან ხსნარი. ტალღის სიგრძის შერჩევა ავტომატურად ხდება პარამეტრის დაყენების დროს, მიღებულ შედეგს ვამრავლებთ განზავების რიცხვზე და ვიღებთ საბოლოო პარამეტრებს.

კვლევისთვის გამოყენებული იქნა სხვადასხვა ლაბორატორიული საშუალებები (ბრტყელძირა კოლბა,პიპეტები, PH მეტრი, სპექტროფოტომეტრი, მინის კიუვეტები, ბუფერული ხსნაერები კალიბრაციისთვის, ფილტრის ქაღალდი, აღმომჩენი რეაგენტები, ძაბრები, საზომი კოლბები).

მიღებული შედეგები წარმოგიდგენილია ცხრილის სახით.

ცხრილი #1 ქიმიური გამწმენდი ნაგებობაში შემავალი გასაწმენდი და გამომავალი გაწმენდილი წყლის კვლევის შედეგები:

	დაბინძურებული	გაწმენდილი	ზღვ	ზღვ
PH	7	7,7	6,5-8,5	6,5-8,5
სპილენძი <i>Cu</i> მგ/ლ	0.35	0.25	7.5	1
თუთია <i>Zn</i> მგ/ლ	0.56	0.42	8	1
რკინა <i>Fe</i> მგ/ლ	0.04	0.04	15	0.3
სულფატები <i>So4</i> მგ/ლ	1200	640	5000	500
მანგანუმი <i>Mn</i> მგ/ლ	0.72	0.62	0.8	0.1
კადმიუმი <i>Cd</i> მგ/ლ	0.001	0.001	0.011	0.001

ცხრილი #2 მდინარე მაშავერას(მაშავერა ფონი) წყლის კვლევის შედეგები:

	ფონური	ზღვ
PH	8,1	6,5-8,5
სპილენძი <i>Cu</i> მგ/ლ	0.04	1
თუთია <i>Zn</i> მგ/ლ	0.04	1
რკინა <i>Fe</i> მგ/ლ	0.08	0.3
სულფატები <i>So4</i> მგ/ლ	9	500

ცხრილი #3 კვირაცხოვლის ღელე(კვირაცხოველი ფონი) წყლის კვლევის შედეგები:

	ფონური	ზღვ
PH	8,06	6,5-8,5
სპილენძი <i>Cu</i> მგ/ლ	0.11	1
თუთია <i>Zn</i> მგ/ლ	0.12	1
რკინა <i>Fe</i> მგ/ლ	0.09	0.3
სულფატები <i>So4</i> მგ/ლ	19	500
მანგანუმი <i>Mn</i> მგ/ლ	0,0	0,1

გაწმენდილი წყლის პარამეტრების დადგენის შემდგომ, გამოიკვეთა, რომ ქიმიური გამწმენდი ნაგებობიდან გამომავალი წყალი აკმაყოფილებს საქართველოს გარემოსდაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს მიერ შეთანხმებული ზღვრულად დაშვების ჩაშვების (ზდჩ) ნორმებს.

დასკვნა

თანამედროვე გაწმენდის სისტემების ქიმიურად გაწმენდილი მჟავე კარიერული წყლების შესწავლა და ლაბორატორიული კვლევის შედეგების შედარება ზდჩ და ზდკ ნორმებთან მოქცევა შემდეგი დასკვნის საშუალება:

ცხრილ #4 ში მოცემულია ქიმიური გამწმენდი ნაგებობაში შემავალი გასაწმენდი და გაწმენდილი წყლის პარამეტრები, ასევე ზდჩ და ზდკ ნორმები. პარამეტრების მაჩვენებლებში წითლად აღნიშნულია კვლევის შედეგად მიღებული ის პარამეტრები, რომლებიც აჭარბებს ზდკ(ზედაპირულს წყლის ობიექტში ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები) ნორმებს, ხოლო ყვითლად აღნიშნულია კვლევის შედეგად მიღებული ის პარამეტრები, რომლებიც ზდკ ნორმების ზღვარზეა.

შედეგების მიხედვით ზდკ ნორმებს აჭარბებს მანგანუმი (*Mn*) და სულფატები *So4*, ხოლო კადმიუმი(*Cd*) ზღვარზეა(იხ.ცხრილი 4). ზდკ ნორმების მიხედვით მანგანუმი(*Mn*) დასაშვები კონცენტრაცია შეადგენს 0,1 მგ/ლ-ში, შედეგის მიხედვით კი მანგანუმი(*Mn*) კონცენტრაცია 0,62 მგ/ლ-ის ფარგლებშია, რაც 0,52მგ/ლ-ით მეტია დასაშვებ ზდკ ნორმებთან. რაც შეეხება სულფატებს(*So4*) მისი დასაშვები კონცენტრაცია შეადგენს 500 მგ/ლ-ში, შედეგის მიხედვით კი სულფატებს(*So4*) კონცენტრაცია 640 მგ/ლ-ის ფარგლებშია, რაც 150 მგ/ლ-ით მეტია დასაშვებ ზდკ ნორმებთან.

მნიშვნელოვანია ასევე კადმიუმი(*Cd*) კონცენტრაცია, რომელიც ზღვარზეა. ზდკ-ს ნორმებით კადმიუმი(*Cd*) კონცენტრაცია შეადგენს 0,001 მგ/ლ-ში და კვლევის შედეგის მიხედვით კონცენტრაციამ ასევე შეადგინა 0,001 მგ/ლ-ში,

აღსანიშნავია, რომ კვლევის შედეგების მიხედვით ქიმიური გამწმენდი ნაგებობიდან გამომავალ წყალში არსებული მძიმე მეტალების კონცენტრაციები არ აჭარბებს შპს „არ ემ ჯი გოლდი“-ს მიერ, გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროში შეთანხმებული ზდჩ(ზედაპირულ წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების ნორმები) ნორმებს და თანამედროვე ტიპის გაწმენდის სისტემა ეფექტურად უმკლავდება დასახულ ამოცანებს.

ცხრილი #4 ქიმიური გამწმენდი ნაგებობაში შემავალი გასაწმენდი და გამომავალი გაწმენდილი წყლის კვლევის შედეგები:

	დაბინძურებული	გაწმენდილი	ზღრ	ზღვ
PH	7	7,7	6,5-8,5	6,5-8,5
სპილენძი Cu მგ/ლ	0.35	0.25	7.5	1
თუთია Zn მგ/ლ	0.56	0.42	8	1
რკინა Fe მგ/ლ	0.04	0.04	15	0.3
სულფატები So4 მგ/ლ	1200	640	5000	500
მანგანუმი Mn მგ/ლ	0.72	0.62	0.8	0.1
კადმიუმი Cd მგ/ლ	0.001	0.001	0.011	0.001

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Law of Georgia on Water, 1997; Consolidated version (Final) 30/06/2023.
2. Law of Georgia "On Environmental Protection". 1997; consolidated Version 02/03/2021.
3. Law of Georgia on mineral resources, 1996; consolidated Version 16/012/2021.
4. Law of Georgia on Animal World, 1996; Consolidated version 29/06/2023.
5. On the approval of the technical regulation of surface water pollution protection, Resolution N425 of the Government of Georgia, December 31, 2013, Tbilisi. Consolidated version 10/01/2014.
6. RMG – EIA – Report - <https://mepa.gov.ge/Ge/PublicInformation/26787>
7. Water treatment systems new technology - <https://www.cerafiltec.com/about-cerafiltec/>
8. Mining-related metal pollution and ecological risk factors in South-Eastern Georgia g.avkopashvili 2018
https://old.tsu.ge/data/file_db/faculty_zust_sabunebismetk/avqofaSvili%20phd.pdf
9. Determination of Cu, Zn and Cd in soil, water and food products in the vicinity of RMG gold and copper mine, Kazreti, Georgia
10. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1512188717300441>
11. <https://richmetalsgroup.com/mitigation-measures/>

Technologically polluted quarry (acidic) water treatment systems

Konstantine Khachapuridze

Environmental Engineering and Ecology Department, Student, Technical University of Georgia, Georgia, 0160, Tbilisi, M. Kostavas 69. E-mail: konstantinekhachapuridze@gmail.com.

Abstract

The technological cycle of operation of modern cleaning systems selected for the cleaning of acidic quarry turbid waters generated during the open processing of copper and polymetal deposits in the mineral license area of the mining industry "RMG Group" operating in Bolnisi region in Georgia, in particular, is discussed. In order to determine the efficiency of the operation of the chemical treatment facility (modern cleaning systems) installed by the "RMG Group", a physico-chemical study was conducted in the waters (quarry polluted waters entering the treatment facility, purified waters coming out of the facility, Mashavera River and the waters of the Tsiditskhovli Ghele). Their results were analyzed in relation to marginally permissible discharge norms and marginally permissible concentrations of surface waters.

Keywords: Mashavera River, Water treatment systems