

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

ნატო კიკნაძე

ჭიათურმანგანუმის საწარმოთა რადიუმის შემცველი
ჩამდინარე წყლების დასუფთავება მომსახურე პერსონალის
უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად

დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

წარდგენილი დისერტაციის

ა ვ ტ ო რ ე ფ ე რ ა ტ ი

თბილისი

2012 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის

სამთო-გეოლოგიური ფაკულტეტის

სამთო ტექნოლოგიების დეპარტამენტში

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: ასოც. პროფ. ნ. მექვაბიშვილი

რეცენზენტები: -----

დაცვა შედგება ----- წლის "-----" -----, ----- საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამთო-გეოლოგიური

ფაკულტეტის სადისერტაციო საბჭოს კოლეგიის №

სხდომაზე, კორპუსი -----, აუდიტორია -----

მისამართი: 0175, თბილისი, კოსტავას 77.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს

ბიბლიოთეკაში, ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებ-გვერდზე

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი

დ. თევზაძე

ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის შემდგომი განვითარება და წარმოების მასშტაბების გაფართოება სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში, უშუალოდ არის დაკავშირებული წყლის გამოყენების ზრდასთან და წყალსატევებში ჩამდინარე წყლის ჩადინებასთან. ამგვარ სიტუაციაში მომხმარებლის ხარისხიანი წყლით უზრუნველყოფა სულ უფრო მეტ აქტუალურობას იძენს.

თანამედროვე პირობებში ეკოლოგიური პრობლემების და ბუნება-დამცავი საქმიანობის მნიშვნელობა მუდმივად იზრდება. ადამიანისა და ბუნებრივი ეკოსისტემისათვის სახიფათო ნივთიერებები ხვდება გარემოში და გროვდება მის სხვადასხვა ელემენტებში. ენერგოტევადი, ქიმიური ტექნოლოგიების ფართო დანერგვისა და არასაკმარისი ეკოლოგიური კონტროლის შედეგად, გარემოს გაჭუჭყიანება ადამიანის მოღვაწეობის ყველა სფეროში მატულობს. გარდამავალ პერიოდში, როდესაც გარემოს დაცვის და გაჭუჭყიანების მონიტორინგის სახელმწიფო სტრუქტურებში მნიშვნელოვანი გარდაქმნები მიმდინარეობს. ამ სტრუქტურების ფინანსური უზრუნველყოფა კი შეზღუდულია არსებული ეკონომიკური სიძნელების გამო, ეს საკითხი მეტად მნიშვნელოვანია. წარმოებისა და საწარმო კომპლექსების განვითარებამ გამოიწვია ჩამდინარე წყლების რაოდენობის ზრდა. გაუწმენდავი ჩამდინარე წყლების მოცულობის თითქმის 50% მოდის საბინაო-კომუნალურ მეურნეობაზე, 32% -მრეწველობაზე და 12% -სოფლის მეურნეობაზე. გაუწმენდავი ჩამდინარე წყალი აჭუჭყიანებს გარემოს, იცვლება მდინარეების ფიზიკური და ქიმიური შედგენილობა, რაც მოითხოვს წყლის გაწმენდის ახალი ტექნოლოგიების შექმნას. ამ პრობლემების გადაწყვეტაში დიდი მნიშვნელობა აქვს არა მარტო წყალმომარაგების ნორმირებას და წყლის რაციონალურ გამოყენებას, არამედ დარბილებული და მავნე მინარევებისგან გაწმენდილი მდინარისა და ჩამდინარე წყლების

გამოყენებასაც, რაც უზრუნველყოფს ბრუნვითი წყალმომარაგების სისტემების სრულფასოვან გამოყენებას და არ აზინძურებს გარემოს.

სამუშაოს აქტუალურობა. ბოლო პერიოდში მრეწველობის სხვადასხვა დარგების გაფართოებამ მკვეთრად შეცვალა ქვეყნის ეკოლოგიური სახე. გაიზარდა გარემოს დაბინძურების შესაძლებლობები. პრობლემატური ხასიათი მიიღო წონასწორობის რღვევამ ჰიდროსფეროზე. მზარდმა ანთროპოგენურმა ზემოქმედებამ, ტექნოლოგიური პროცესების ზრდამ, სხვადასხვა მცირე თუ წვრილი საწარმოების მომრავლებამ გაართულა გარემოს უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. სამრეწველო და სამეურნეო კომპლექსების ფუნქციონირებამ საფრთხე შეუქმნა ბუნებრივი წყლებისა და წყალსატევების მდგომარეობას. ამავე დროს, დღეისათვის დაიწყო ინტენსიური მუშაობა, გარემოს ეკოლოგიური პრობლემების მოგვარებაზე, ჰაერისა და წყლების, დაბინძურების ზემოქმედების შემცირების მიზნით, რაც ადრინდელ პერიოდში შედარებით რთული იყო.

ტექნოლოგიური პროცესების შედეგად გადამუშავებული ნარჩენების ინტენსიური ჩადინება მდინარეებში იწვევს მათ ტოქსიკურ დაბინძურებას, სხვადასხვა ქიმიური ნაერთებით. წყლის ყველაზე გავრცელებული დამაბინძურებელია ნავთობპროდუქტები, საპოხი ზეთები, სარეცხი საშუალებები, საღებავი ემულგატორები, რადიაციული ელემენტები და სხვა. წყლის დამაბინძურებლები შეიძლება იყოს რთული შემადგენლობის, როგორც ქიმიური, ისე ტოქსიკურობის თვალსაზრისით. დღეისათვის მეცნიერთა მიზანია შეიქმნას წყლის გაწმენდის ისეთი ტექნოლოგიები, რომლებიც განაპირობებს მდინარეთა დაბინძურების მავნე შედეგების განეიტრალებას.

სამრეწველო წყალმომარაგების სისტემებში მავნე მინარევებისაგან გაწმენდილი და დარბილებული ჩამდინარე წყლების გარემოს დაბინძურების გარეშე, გამოყენების უზრუნველყოფის მიზნით, საჭიროა წყლის გაწმენდის ისეთი მეთოდების დამუშავება, რომლებიც დააკმაყოფილებს ხარისხისადმი წაყენებულ ყველა აუცილებელ მოთხოვნას და ამავე დროს, ეკონომიურად მიზანშეწონილი იქნება. წყლის გაწმენდის ეკონომიურად

ხელსაყრელი მეთოდების შექმნა არის სასიცოცხლო ამოცანა სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის განვითარებისა და წარმოების მასშტაბების გაფართოებისათვის სახალხო მეურნეობის ყველა დარგში, მათ შორის შავ და ფერად მეტალურგიაშიც, რომელთა საწარმოების თითქმის ყველა უბანზე გამოიყენება მავნე მინარევებისაგან გაწმენდილი და ღრმად დარბილებული წყალი.

განსაზღვრულია ჭიათურმანგანუმის საწარმოების ჩამდინარე წყალში Ra^{226} -ის და Rn^{222} -ის, მომსახურე პერსონალისათვის ზიანის მომტანი, ნორმაზე მეტი რაოდენობა. ჩამოყალიბებულია ღრმად დარბილებული, მავნე მინარევებისაგან, რადიუმისა და რადონისაგან გაწმენდილი წყლის გამოყენების შესაძლებლობა ამ საწარმოებში. განხილულია უსაფრთხოების ზოგადი წესები ჭიათურმანგანუმის საწარმოებში და საგანგებო სიტუაციებისათვის მზადყოფნა. ცალკეულ საწარმოებში საგანგებო სიტუაციების შემთხვევაში შემოთავაზებული რეკომენდაციების გამოყენების საკითხები.

სამუშაოს მიზანი: ნაშრომის მიზანია ჭიათურმანგანუმის საწარმოებიდან გამოსული ჩამდინარე წყლების გაწმენდის საკითხების თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევების ჩატარება, ჩამდინარე წყლების გაწმენდა ბუნებრივი წყლის კონდიციამდე, რომლის დროსაც გათვალისწინებულია მისი დაბრუნება სამრეწველო წყალმომარაგების სისტემებში. ამავე დროს, აუცილებელია მომსახურე პერსონალის შრომისა და უსაფრთხოების პირობების დაცვის გზების დახვეწა.

აღნიშნული მიზნის მისაღწევად, დასმული და გაანალიზებულია შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა:

- ჩამდინარე წყლების სრული და ტიპური ანალიზის აღება;
- კალციუმის იონებისა და წყალში რადიოაქტიური ელემენტების შესწავლა;
- პროცესის ოპტიმიზაციის ხერხის შემუშავება;
- ახალი ხსნარ-რეაგენტის გამოყენება;
- დალექვის პროცესის მათემატიკური გაანგარიშება;

- შრომისა და უსაფრთხოების პირობების დაცვის გზების დამუშავება.

კვლევის ობიექტი და ძირითადი მეთოდები. კვლევის ობიექტია ჭიათურმანგანუმის საწარმოებიდან გამოსული ჩამდინარე წყლების გაწმენდის პროცესი. აღსანიშნავია რომ, წყლის გაწმენდა ორ ეტაპად მიმდინარეობს, როგორცაა: დალექვა და ფილტრაცია. წყლის გაწმენდა გულისხმობს წყლიდან მექანიკური მინარევების მოცილებას, გაუფერულებას, არასასიამოვნო სუნისა და გემოს მოცილებას, დაავადების გამომწვევი ბაქტერიების განადგურებას, დეზაქტივაციას-წყლიდან რადიოაქტიური ნივთიერებების მოცილებას, წყალში გახსნილი მარილების კონცენტრაციის შემცირებას, წყლის დარბილებას და შემდგომ გაფილტვრას რეაგენტის მეშვეობით. ეს პროცესები ხორციელდება ვერტიკალურ სალექარ ნაგებობაზე. პროცესი ეკონომიურია და შეიძლება ფართოდ დაინერგოს სხვა აგრესიული წყლების გაწმენდის მიზნით. უსაფრთხოების ტექნიკის ღონისძიებები გათვალისწინებულ უნდა იქნეს ცალკეული გამწმენდი ნაგებობებისათვის.

ნაშრომის ძირითადი შედეგები და მეცნიერული სიახლე. დასახულია ოპტიმიზაციის ამოცანა და მის გადასაჭრელად განხილულია გამოლექვის მეთოდი. სამუშაოს მეცნიერულ სიახლეს წარმოადგენს ჭიათურმანგანუმის საწარმოებიდან გამოსული ჩამდინარე წყლების ვერტიკალურ სალექარზე გაწმენდა ახალი რეაგენტით და ფილტრაციით. ახალ რეაგენტად გამოყენებულია 0,5%-იანი Na_3PO_4 ; 0,15%-იანი $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; 0,05%-იანი HNO_3 ; ხოლო ფილტრად - ასკანის თიხა, რომელიც გააქტიურებულია აზოტმჟავათი. შედეგების უტყუარობა ახალი ხსნარ-რეაგენტის გამოყენებით ნათლად ჩანს ცხრილებში წარმოდგენილ კვლევების შედეგებში, რომელიც შეიძლება წარმატებით იქნეს გამოყენებულ აგრესიული წყლების გაწმენდისას.

დადგენილი და გამოკვლეულია ხსნარ-რეაგენტის ახალი შემადგენლობა და მისი გავლენა წყლის ღრმად დარბილების, მავნე და შეტივტივებული ნაწილაკების მოცილებისათვის. გამოკვლეულია ასკანის თიხის გააქტიურება სხვადასხვა ქიმიური რეაგენტებით და დადგენილია მისი

თვისებები წყლის ღრმად დარბილების, მავნე და შეტივტივებული ნაწილაკების მოსაცილებლად, მისი გამოყენების მიზნით.

შემოთავაზებულია წყალგამწმენდი ნაგებობა - ვერტიკალური სალექარი. სალექარს ბოლოში აუცილებლად უნდა გაუკეთდეს ქვიშის ორი მართკუთხა ფილტრი კვარცის ან ორფენიანი ჩატვირთვით, რათა ფილტრის გამორეცხვა შესაძლებელი იყოს წყლის დამარბილებელი სისტემის გაჩერების გარეშე.

მექანიკური ფილტრის გამოსარეცხად გამოიყენება სასმელი წყალი, რომლის დარბილება ხდება კატიონიტურ ფილტრში ან სულფონახშირის გამოყენებით. სხვადასხვა საამქროებში სასმელი წყლის ნაცვლად შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მდინარე ყვირილის დარბილებული წყალი, რაც ხელს შეუწყობს სასმელი წყლის რაციონალურ გამოყენებას.

შესწავლილი და მოცემულია საამქროებში უსაფრთხოების წესების დაცვისა და საგანგებო სიტუაციებისათვის მზადყოფნის ზოგადი მოთხოვნები. დამუშავებულია რეკომენდაციები ინდივიდუალური თავდაცვის საშუალებების ეფექტური გამოყენებისათვის.

შედეგების გამოყენების სფერო. ნაშრომი გამოყენებას ჰპოვებს სამრეწველო წყალმომარაგების სრულფასოვანი ბრუნვითი სისტემის უზრუნველსაყოფად. მეთოდი მარტივი და ეკონომიურია, ჩატარებული გამოკვლევების შედეგების რეალიზაციის პრაქტიკული მნიშვნელობაა ახალი მეთოდის დანერგვა.

ცნობები დისერტაციის მოცულობისა და სტრუქტურის შესახებ. დისერტაცია შედგება: შესავლის, 4 თავის, დასკვნებისა და დანართისაგან. ნაშრომს თან ერთვის ლიტერატურის ნუსხა, რომელიც მოიცავს 75 დასახელებას. შედგება 115 ნაბეჭდი გვერდისგან, ილუსტრირებულია 5 ნახაზით, 4 სურათით და 10 ცხრილით.

ნაშრომის შინაარსი

შესავალ ნაწილში დასაბუთებულია თემის აქტუალობა, დაკონკრეტებულია კვლევის მიზანი და მოცემულია სამუშაოს ძირითადი ამოცანები, ნაჩვენებია კვლევის სამეცნიერო და პრაქტიკული ღირებულება.

I თავი

მოცემულია ჩამდინარე წყლების გაწმენდის სამამულო და საზღვარგარეთული ლიტერატურის მოკლე მიმოხილვა, გადმოცემულია ზოგადი ცნობები ჩამდინარე წყლების ქიმიურ შემადგენლობის შესახებ. განხილულია ჭიათურმანგანუმის საბადოს აღწერა, ჭიათურის საბადოს კომპლექსურ და მადნის დეტალურ ქიმიურ-მინერალოგიურ ტექნოლოგიური შესწავლა მათი მაქსიმალურად პრაქტიკაში გამოყენების მიზნით. წარმოდგენილია რადიოაქტიური ელემენტების მიმოხილვა. მოცემულია წყლის გაწმენდის ტექნოლოგია და აღწერილია ფილტრების მუშაობის მნიშვნელობები.

II თავი

აღწერილია უსაფრთხოების ზოგადი წესები ჭიათურმანგანუმის საწარმოებში და საგანგებო სიტუაციებისათვის მზადყოფნა. მუშა-მოსამსახურეებმა ჭიათურმანგანუმის საწარმოებში მუშაობის დაწყების წინ, ან ერთი სამუშაოდან მეორეზე გადასვლისას უნდა გაიარონ სამედიცინო შემოწმება, აგრეთვე აუცილებელია მიიღონ ინსტრუქტაჟი უსაფრთხოების ტექნიკის შესახებ, საწარმოს ხელმძღვანელის მიერ დამტკიცებული პროგრამის მიხედვით. გაიარონ სწავლება პირველადი დახმარების აღმოჩენაში უბედური შემთხვევების, პროფესიული მოწამვლისა და ელექტროდენით დაშავების დროს. იმ საწარმოებში, სადაც მიმდინარეობს მასალის დაქუცმაცება და დაფქვა, უნდა ხდებოდეს დალექილი მტვრის პერიოდული გაწმენდა კედლებიდან, ჭერიდან და სხვა სამშენებლო

კონსტრუქციებიდან. მტვრისაგან გაწმენდის პერიოდულობის წესი და უსაფრთხოების ღონისძიებები განისაზღვრება საწარმოს ხელმძღვანელის მიერ დამტკიცებული ინსტრუქციით.

1) მომსახურე პერსონალის დაცვა აგრესიული წყლის მოქმედებისაგან;

2) წყლიდან Ra^{226} -ის ჩამოცილების საკითხები;

3) უსაფრთხოების ზოგადი წესები მუშებისა და მომსახურე პერსონალის დაცვის მიზნით;

4) ინდივიდუალური დამცავი საშუალებების გამოყენება სამრეწველო მტვრისაგან თავდაცვის მიზნით;

5) თანამშრომლების მომარაგება პერსონალური დამცავი საშუალებებით: რეზინის ხელთათმანები, სათვალეები, სახის ჩაფხუტები. აუცილებელია სპეცფეხსაცმლის გამოყენება. მიზანშეწონილია სამუშაოს დაწყების წინ ხელების შეხეთვა კრემით, რომელიც მდგრადია წყლის გამხსნელების მიმართ;

6) პერსონალს შესწავლილი უნდა ჰქონდეს პირველადი დახმარების ღონისძიებები;

7) რისკების რეგულარული შეფასების განხორციელება;

8) პროფესიული რისკის შეფასების ძირითადი მიზანია მუშების ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების დაცვა. შესვენებისას მიზანშეწონილია სუფთა ჰაერზე ყოფნა, პირადი ჰიგიენის დაცვა;

9) საწარმოო დანიშნულების გზები უნდა იყოს ვარგისი სახანძრო-სამაშველო ავტომობილების მოძრაობისათვის.

10) მოწყობილობების ყველა ნაწილის რეგულარული გასუფთავება და შეკეთება;

11) სათანადო შემოდობის დამონტაჟება: ქვაბულების, მადაროს ნარჩენების საყრდელის შემოდობა;

III თავი

განხილულია ექსპერიმენტული ნაწილი, აღწერილია ხსნარ-რეაგენტის და ბენტონიტური თიხის (ასკანის თიხის) გამოყენების მნიშვნელობა.

აგრეთვე ჭიათურმანგანუმის საწარმოებიდან ჩამდინარე წყლების დამუშავების პირობები.

ბუნებრივი თიხა მოდიფიკაციის გარეშე კარგ ეფექტს არ იძლევა. წყლის დარბილების ხარისხის ამაღლების, პროცესის გამარტივებისა და დაჩქარებისათვის საჭიროა ასკანის თიხის გააქტიურება, რათა გამოვავლინოთ და გავაუმჯობესოთ მისი იონცვლის თვისებები. თიხის გააქტიურების ფართოდ გავრცელებული მეთოდია გოგირდმჟავათი ან მარილმჟავათი გააქტიურება დროის გარკვეულ (4-6 სთ) მონაკვეთში 95° - 98°C ტემპერატურაზე გახურებით, შემდგომი არევით და დისტილირებული წყლით გამორეცხვით. აუცილებელია თიხის გამოშრობა 105° - 200°C ტემპერატურულ ინტერვალში.

დამუშავების შედეგებმა აჩვენა, რომ გოგირდმჟავათი გააქტიურებული ასკანის თიხა Ra^{226} -ის ადსორბირებას იწვევს მხოლოდ 90%-ით, მარილმჟავათი გააქტიურებული ასკანის თიხა კი 91%-ით, რაც არასაკმარისია.

ადრე თიხის გააქტიურება ხდებოდა სხვადასხვა მჟავებით. საუკეთესო შედეგი აჩვენა აზოტმჟავამ, რადგან აზოტმჟავათი გააქტიურებულმა თიხამ რადიოაქტიური იზოტოპების ადსორბციის უკეთესი შედეგი მოგვცა.

ბუნებრივი მჟავებით გააქტიურებული ასკანის თიხის ქიმიური შედგენილობა მოცემულია 1-ელ ცხრილში.

როგორც 1-ელი ცხრილიდან ჩანს, ასკანის თიხაში აზოტმჟავათი ან მარილმჟავათი გააქტიურების შემდეგ, იზრდება SiO_2 , Al_2O_3 -ის რაოდენობა, ხოლო MgO -ს რაოდენობა კი იზრდება მხოლოდ აზოტმჟავათი დამუშავებისას. სამაგიეროდ მცირდება Fe_2O_3 , CaO , SO_3 -ის წილი. ხოლო TiO_2 უმნიშვნელოდ მცირდება. გოგირდმჟავათი დამუშავებისას განსაკუთრებით მცირდება Al_2O_3 .

მართალია გოგირდმჟავათი დამუშავებისას მცირდება Al_2O_3 -ის რაოდენობა, მაგრამ ცნობილია, რომ ფოროვანი სტრუქტურის ცვლილებასთან ერთად, მსხვილი ფორების მოცულობის და კუთრი ზედაპირის გაზრდის შედეგად ქიმიური რეაქციული ცენტრების წარმოქმნისას შექმნი-

ლი მჟავასა და თიხის ქიმიური ურთიერთქმედებით (მჟავათი თიხის გააქტიურებისას) იზრდება თიხის ადსორბციულობა.

ცხრილი №1

ბუნებრივი და მჟავებით გააქტიურებული ასკანის თიხის ქიმიური შედგენილობა

№	ნიმუშის დასახელება	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	TiO ₂	SO ₃	Na ₂ O+K ₂ O
1	ბუნებრივი ასკანის თიხა	62,20	19,25	2,05	3,70	0,50	0,40	0,35	4,5
2	HNO ₃ გააქტიურებული თიხა	63,50	25,50	0,50	4,50	0,20	0,30	0,13	0,50
3	H ₂ SO ₄ -ით დამუშავებული ასკანის თიხა	55,70	15,19	0,51	2,70	0,19	0,15	0,50	0,30
4	HCl-ით დამუშავებული	61,57	24,5	0,49	2,40	0,15	0,20	0,13	0,50

ამასთან ცნობილია, რომ თიხის ადსორბციულობა კატიონებთან დამოკიდებულებაში, ასევე იზრდება მიმოცვლისუნარიანი კატიონების გაზრდასთან ერთად, როგორცაა: ალუმინი, მაგნიუმი, ნატრიუმი, კალიუმი და სხვ. ალუმინთან ერთად, როგორც ეს 1-ელი ცხრილიდან ჩანს, მცირდება SiO₂-ის რაოდენობა. აღსანიშნავია, რომ სილიციუმი კარგი ადსორბენტია ძირითადი რადიკალური იზოტოპებისათვის, რაც მონაცემებითაც მტკიცდება.

დასახული მიზნის მისაღწევად გააქტიურებული ასკანის თიხის მეთოდით საწყისი დაფხვნილი პროდუქტი-თიხა დამუშავდა არაორგანული ნაერთებით და შემდეგი გამორეცხვით. ასკანის თიხა დამუშავდა ნატრიუმის ფოსფატით, შესაძლებელია მაღალი ტემპერატურის გამოყენებაც.

გააქტიურებული ასკანის თიხის მეთოდი განკუთვნილია წყლის მავნე მინარევებისაგან გაწმენდისა და დარბილებისათვის.

მეორე ცხრილიდან ნათლად ჩანს, რომ ჩვენს მიერ შემოთავაზებული წყლის გააქტიურებული ასკანის თიხით შერბილების მეთოდი უფრო არბილებს ხისტ წყალს, ვიდრე პროტოტიპში გამოყენებული ცეოლიტი.

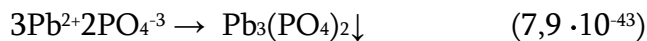
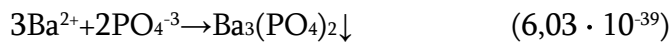
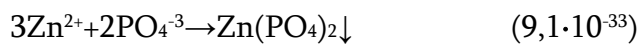
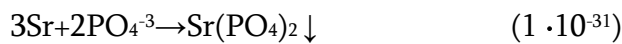
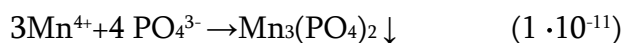
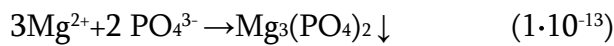
დალექვის დრო, წთ	დალექილი ნივთიერებების რაოდენობა			
	მგ/ლ		%	
	წარმოდგენილი მეთოდის მიხედვით	პროტოტიპის მიხედვით	წარმოდგენილი მეთოდის მიხედვით	პროტოტიპის მიხედვით
10	310	100	49,2	15,9
15	400	150	69,5	23,8
20	470	200	74,6	31,7
25	540	250	85,7	39,7
30	600	280	86,2	44,4
35	630	330	100	52,5
40	-	370	-	58,7
45	-	400	-	63,5
50	-	445	-	70,7
55	-	475	-	75,5
60	-	530	-	84,2
65	-	540	-	86,6
70	-	550	-	87,3
75	-	560	-	89,0
80	-	570	-	90,5
85	-	580	-	92,2
90	-	592	-	94,0
95	-	600	-	95,2
100	-	605	-	96,0
105	-	610	-	96,8
110	-	615	-	97,6
115	-	620	-	98,4
120	-	627	-	99,5
125	-	630	-	100

ასკანის თიხით გააქტიურების შემოთავაზებული მეთოდი საკმაოდ ეკონომიური და ადვილად განსახორციელებელია.

აზოტმჟავა ნატრიუმის გამოყენებით შემოთავაზებული მეთოდის კიდევ ერთი უპირატესობა ისაა, რომ PO_4^{3-} ფოსფატის იონები უშუალოდ რეაგირებენ წყალში არსებულ ბევრ კატიონებთან და ძნელად ხსნად ფოსფატის მარილებს ქმნიან; ასეთია მაგალითად, კალციუმის დალექვა ძნელად ხსნად კალციუმის ფოსფატის სახით, აგრეთვე რადიუმის დალექვაც.



მაგნიუმის, რადიუმის, რკინის, მანგანუმის, ტყვიის, ქრომის და სხვათა დალექვა:



გააქტიურებული ასკანის თიხის მაღალი მოცულობითი ტევადობა, კატიონების მიმართ უნივერსალურობა და შესრულების სიმარტივე მნიშვნელოვნად აფართოებს ამ პროდუქციის ხისტი წყლების დასარბილებელ საშუალებად გამოყენებას.

ბუნებრივი წყლის დარბილების ხერხის დამუშავება

ხანგრძლივი ლაბორატორიული გამოკვლევების შედეგად დამუშავდა მდინარე ყვირილის წყლის დარბილების მეთოდი, მასში ხსნარ-რეაგენტის

შეყვანის გზით. რეაგენტად გამოყენებულია სამჩანაცვლებული ნარტიუმის ფოსფატი Na_3PO_4 , აზოტმჟავა 0,05% HNO_3 ან და 0,5%-იანი თაბაშირი.

ხსნარი მზადდება შემდეგნაირად:

• 988 მლ. წყალში ხსნიან 10 გ სამჩანაცვლებული ნატრიუმის ფოსფატს, 0,5მლ. აზოტმჟავას HNO_3 და შეურევენ, ე.ი. ხსნარი შედგება 1% სამჩანაცვლებული ნატრიუმის ფოსფატის, 98,5% წყლისაგან. ამ შემადგენლობით დამუშავების შემდეგ, დასამუშავებელი წყლის მოცულობის 0,5-2%-ის დამატებით, საერთო სიხისტე მცირდება 4,82-დან 2,33-0,88 მგ-ეკვ/ლ-მდე (ნორმა 0,02მგ-ეკვ/ლ), ხოლო კარბონატული – 1,62-დან 1,45-0,20მგ-ეკვ/ლ-მდე (ნორმა 0,01მგ-ეკვ/ლ).

წყლის დამუშავება ხდება ხსნარ-დამლექის (კოაგულანტის) წყალთან პირდაპირი კონტაქტირების გზით და კალიუმის, მაგნიუმის, რადიუმის, მანგანუმის, რკინის, ტყვიის, ქრომის და სხვა ძნელადხსნადი წარმოქმნილი ფოსფატების შემდგომი დალექვით.

ზემოთ აღნიშნულის შემდეგ, შვეისწავლეთ ტემპერატურის ზეგავლენა წყლის სიხისტის შემცირებაზე 10°C - 99°C ინტერვალში, ხსნარ-დამლექის ოპტიმალური შემადგენლობის გამოყენებისას (5% სამჩანაცვლებული ნატრიუმის ფოსფატი, აზოტმჟავა და დანარჩენი წყალი).

ცხრილი №3

თბური დამუშავების შედეგები

წყლის ტემპერატურა, $^\circ\text{C}$	სიხისტე შერბილების შემდეგ, მგ-ეკვ/ლ	
	საერთო	კარბონატული
10	0,01	0,01
55	0,0	0,0
99	0,0	0,0

როგორც ცხრილიდან ჩანს, წყლის დამუშავება ხსნარ-დამლექის (კოაგულანტის) საშუალებით ერთნაირი ხარისხით შეიძლება განვახორ-

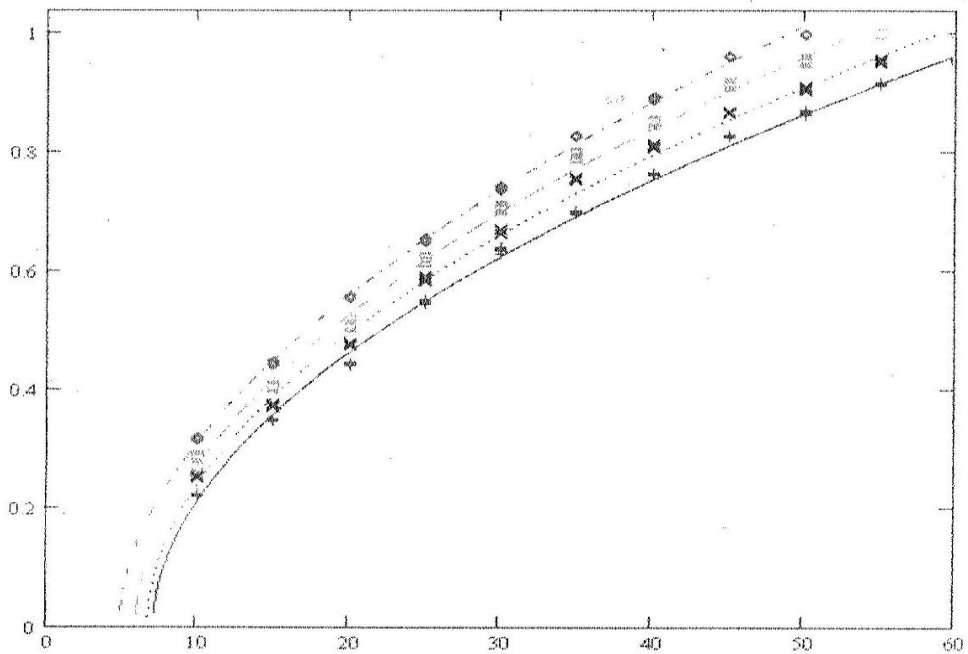
ციელოთ ნებისმიერ ტემპერატურაზე 10⁰C- 99⁰C ფარგლებში, ხსნარ-დამლევი წყალთან პირდაპირი კონტაქტების გზით, როგორც ეს ზემოთაა აღნიშნული. მაღალი ტემპერატურის დროს, ასკანის თიხა არ იშლება, ხოლო პროტოტიპში გამოყენებული კრინოპტილოლიტი იშლება.

განხილულია კალციუმის, მანგანუმის, რადიუმის და სხვა ელემენტების დალევის სიჩქარის გამოკვლევა სხვადასხვა შედგენილობის ხსნარ-რეაგენტის შემთხვევაში.

მიღებული შედეგების პრაქტიკული გამოყენების მიზნით, ყვირილის წყლის სიხისტის მოსაშორებლად, აუცილებელი იყო კალციუმის, მანგანუმის, რადიუმის და წარმოქმნილი სხვა ძნელადხსნადი ნაერთების დალევის სიჩქარის განსაზღვრა.

დალევის სიჩქარე მრუდის სახითაც არის მოცემული (ნახ.1). მრუდი გვიჩვენებს კონცენტრაციის ცვლილების დამოკიდებულებას დროსა და ხსნარ-რეაგენტის ქიმიურ შედგენილობაზე. აბცისას ღერძზე გადაიზომება დალევის დაწყებიდან გასული დრო წთ; ორდინატის ღერძზე კი დალეული ნივთიერებების ის რაოდენობა (A), რომელიც წარმოიქმნა ხსნარ-რეაგენტის და მდინარე ყვირილის წყლის ურთიერთქმედების შედეგად. დალევის დასაწყისში მრუდი მკვეთრად მიდის ზევით, რაც მოწმობს ერთმანეთთან რეაგირებადი ნივთიერებების მაღალ საწყის კონცენტრაციას.

დიდი მნიშვნელობა აქვს დალევის სიჩქარის დამოკიდებულების გარკვევას ხსნარ-რეაგენტის კონცენტრაციაზე. ეს დადგინდა წინასწარი ცდების დროს 2%-დან 10%-მდე კონცენტრაციის პირობებში. ამ დროს დადგინდა, რომ ხსნარ-რეაგენტის და მდინარე ყვირილის წყლის ურთიერთქმედებისას წარმოქმნილი ძნელად ხსნადი ნივთიერებების დალევის დრო მცირდება. აქედან გამომდინარე, ჩვენ ავირჩიეთ ხსნარ-რეაგენტის ოპტიმალური კონცენტრაცია-8%, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ლაბორატორიული ცდების შედეგების პრაქტიკული გამოყენებისას.



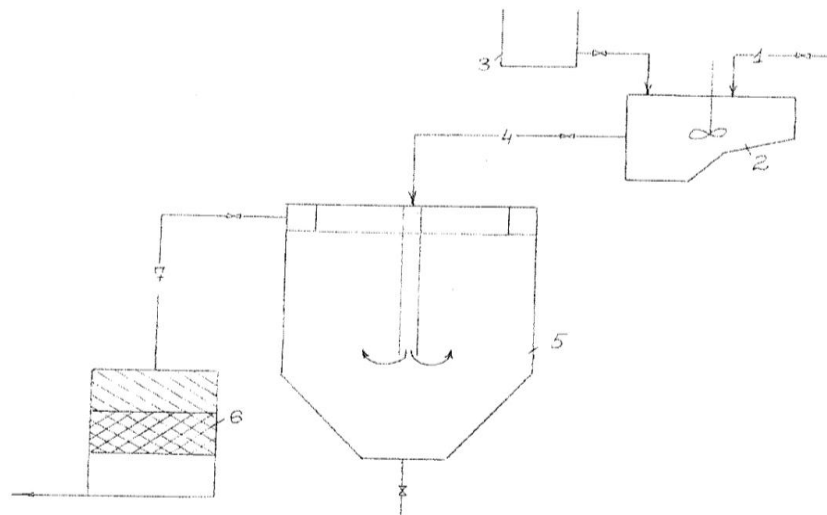
ნახ. 1. ხსნარ-რეაგენტის ქიმიური შედგენილობის გავლენა კალციუმის, მანგანუმის, რადიუმის და მაგნიუმის დალექვის სიჩქარეზე

მდინარე ყვირილას წყლიდან კალციუმის, რადიუმის, მანგანუმის, მაგნიუმისა და სხვა ელემენტების დალექვის კინეტიკის ხსნარ-დამლექის ქიმიურ შედგენილობაზე, კონცენტრაციასა და ტემპერატურაზე დამოკიდებულების დაწვრილებით განხილვამ გვიჩვენა, რომ ხსნარ-დალექის შედგენილობაში შემავალი თაბაშირი ასრულებს ჩანასახის როლს, რომელიც კრისტალიზაციის ცენტრს წარმოადგენს, ხოლო დალექვის მეორე სტადიაზე თაბაშირი იმავდროულად აჩქარებს რკინის ფოსფატების დალექვის პროცესს.

შემოთავაზებულია ახალი ხსნარ-რეაგენტი, ფილტრად კი გამოყენებულია გააქტიურებული ასკანის თიხა. ნაშრომში წარმოდგენილია ლაბორატორიული წყალგამწმენდი ნაგებობა.

ლაბორატორიული დანადგარი წარმოადგენს ვერტიკალურ სალექარს, რომლის დიამეტრი 20 სმ, სიმაღლე კი 120 სმ-ია. ცენტრალურ მილად გამოყენებულია 4 მმ დიამეტრის მინის მილი. წყლის ზემოდან ქვევით მოძრაობის სიჩქარედ მიღებულია წყლის ხსნარ-რეაგენტთან კონტაქტის და დალექვის დრო; იგი 15 წთ-ზე მეტია.

გასაწმენდი წყალი (1) მილით მიეწოდება (2) შემრევს, ხოლო ხსნარ-რეაგენტი საჭირო რაოდენობით (3) ჭურჭლიდან მიეწოდება (2) შემრევს, სადაც ხდება ხსნარ-რეაგენტის შერევა წყალთან. შერევა ხორციელდება მექანიკურად. შემდეგ ხსნარ-რეაგენტიანი წყალი შედის ცენტრალურ მილში (4), საიდანაც წყალი მიემართება ვერტიკალურ სალექარში (5), სადაც წყალი 15 წუთის განმავლობაში კონტაქტში იმყოფება ხსნარ-რეაგენტთან. გასაწმენდი წყლის და რეაგენტის ასეთი კონტაქტი უზრუნველყოფს წარმოქმნილი ძნელადხსნადი ნალექის თითქმის სრულ დალექვას და წყლის დარბილებას. შემდეგ წყალი შედის ასკანის თიხის ფილტრში (6), რომელიც აჩქარებს დარჩენილ კოლოიდურ ნაწილაკებს, თუკი ისინი სალექარში დალექვას ვერ მოასწრებენ. ყოველივე ამის შემდეგ, წყალი მიეწოდება მომხმარებელს.



ნახ. 2. ლაბორატორიული დანადგარი: 1 – წყლის მიმწოდებელი მილი; 2 – შემრევი; 3 – ჭურჭელი ხსნარ-რეაგენტით; 4 – ცენტრალური მილი; 5 – ვერტიკალური სალექარი; 6 – ასკანის თიხის ფილტრი; 7 – სალექარიდან გამომავალი წყლის მილი

წყლის დარბილების და Ra^{226} -ის შემცირების შედეგები მოცემულია მე-4 ცხრილში.

შემოთავაზებული ახალი რეაგენტის ხსნარი და ფილტრად გამოყენებული გააქტიურებული ასკანის თიხის გამოყენების მეთოდი უზრუნველყოფს ბრუნვითი წყალმომარაგების სისტემების სრულფასოვან გამოყენებას.

ცხრილი №4

№	საწყისი წყალი და რეაგენტის შედგენილობა	სიხისტე, მგ-კგ/ლ		ელემენტების შედგენილობა, მგ/ლ						გ/ლ	კ/ლ	შეწონილ ნივთიერებათა კონცენტრაცია მგ/ლ	მშრალი ნარჩენი მგ/ლ
		საერთო	კარბონატული	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺	Mn ⁴⁺	SO ²⁻	Cl ⁻	HCO ³⁻	Ra ²²⁶ -10	Rn ²²² -10		
1	საწყისი წყალი	4,82	1,63	95,5	25,0	18,0	170,0	45,2	95,5	1,00	2,00	325	280
2	5%	0,01	0,09	5,5	27,0	15,0	59,0	12,9	4,5	0,2	0,4	230	285
3	5%	0,05	0,07	1,5	25,5	2,9	50,0	12,5	1,9	0,35	0,38	8,5	283
4	5%	0,09	0,08	4,1	25,0	3,5	50,0	13,5	1,25	0,05	0,045	13,5	284
5	8%	0,02	0,01	0,5	26,0	0,0	40,0	10,7	0,2	0,05	0,06	3,3	282
6	8%	0,15	0,08	3,3	25,5	5,0	40,0	13,2	2,5	0,02	0,40	12,2	283
7	8%	0,13	0,07	2,5	25,5	2,5	45,0	13,2	2,9	0,001	0,035	10,2	282
8	8%	0,01	0,0	0,1	26,5	0,0	40,0	12,0	0,0	0,015	0,035	5,0	283
9	8%	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	40,0	11,0	0,0	0,020	0,030	3,5	290

IV თავი

წარმოდგენილია ექსპერიმენტულ-სტატისტიკური დამუშავების მეთოდი, რაც მეტად აქტუალური და მნიშვნელოვანი საკითხია. მათემატიკური გაანგარიშება შედარებულია ექსპერიმენტთან და გვამღვეს კარგ შედეგს. მოცემულია ექსპერიმენტული მასალის შედეგების მათემატიკური აპარატით (სტატისტიკური ანალიზი) დამუშავება, სადაც შემოწმდება მიღებული სიდიდეების განაწილება პირსონის კრიტერიუმით და აღმოჩნდა, რომ ეს სიდიდეები ეთანხმება თეორიული განაწილების კანონებს, ამავე დროს თანხმობა ემპირიულ და ნორმალური განაწილების კანონებს შორის დამაკმაყოფილებელია. ეს კი ნიშნავს, რომ მიღებული დამოკიდებულება დალექილი ნივთიერებების რაოდენობის დროსა და ხსნარ-რეაგენტის ქიმიურ შედგენილობას შორის 97%-ით საიმედოობით აღწერს მიმდინარე ტექნოლოგიურ პროცესს. ამიტომ დასაშვებია მათი გამოყენება ჭიათურმანგანუმის საწარმოებიდან გამოსულ ჩამდინარე წყლების დაბინძურების ხარისხის სიდიდის დასადგენად და შემდგომში მის შესამცირებლად, განსაკუთრებით რადიუმისა და რადონის ჩამოცილების მიზნით.

ჩვენ შემთხვევაში ვიყენებთ ჩანასახწარმოქმნის თეორიის მათემატიკურ აპარატს. კალციუმის, რადიუმის, მაგნიუმის დალექვის კინეტიკის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ დალექილი ნივთიერებების მაქსიმალური რაოდენობა არ არის დამოკიდებული ტემპერატურაზე და კონცენტრაციაზე. ჩანასახწარმოქმნის თეორიის მათემატიკური აპარატი კარგი ადეკვატურობით აღწერს პროცესს კონცენტრაციისა და ტემპერატურის ფართო ინტერვალში. ამრიგად, ზემოთ მოხსენებული მეთოდით ჭიათურმანგანუმის საწარმოებიდან ჩადინებული წყლების გაწმენდის საკითხები, კერძოდ კალციუმის, რადიუმის, მაგნიუმის ჩამოცილება მეტად მნიშვნელოვანია. ამას ადასტურებს მათემატიკური გაანგარიშებაც.

დასკვნები

ჩატარებული გამოკვლევების ანალიზის შედეგად შეგვიძლია ვთქვათ რომ, უსაფრთხოების წესები და საგანგებო სიტუაციებისათვის მზადყოფნა ჩვენს მიერ იქნა შესწავლილი. მათ შორის რამდენიმე საკითხზე გავამახვილეთ ყურადღება, კერძოდ, წყლის გაწმენდაზე.

მოყვანილი ლიტერატურული მასალიდან ჩანს, რომ მკვლევარების ძირითადი ძალისხმევა მიმართულია ხისტი წყლებიდან მარილის დალექვასთან ბრძოლის მეთოდების შექმნაზე; მაგალითად:

1. ხისტი წყლების ვაკუუმური და რეაგენტული დამუშავება, მინადულის წარმოქმნასთან ბრძოლის ფიზიკური მეთოდები, ხისტი წყლების მაგნიტური და ულტრაბგერული დამუშავება, იონური მიმოცვლის მეთოდი, ფლოტაცია, დისტილაცია და ა.შ. ამ მეთოდებს ახასიათებს მთელი რიგი ნაკლოვანებები: მათ უმრავლესობაში გამოიყენება დეფიციტური და ძვირადღირებული რეაგენტები.

2. ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად შეგვიძლია ვთქვათ, რომ შემოთავაზებული ადსორბენტი, რომელიც მოდიფიცირებულია ანტიკოროზიული ფოსფორმჟავა ნატრიუმის ნარევით და რეაგენტის ხსნარით, რომელიც შედგება 5%-იანი ფოსფორმჟავა ნატრიუმისაგან და 0,05% ძმარმჟავისაგან, რომელიც ვერ უზრუნველყოფს წყლის გაწმენდას მავნე მინარევებისაგან და მის დარბილებას.

3. კალციუმის, რადიუმის, მანგანუმის და მაგნიუმის დალექვის კინეტიკის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ დალექილი ნივთიერებების მაქსიმალური რაოდენობა არ არის დამოკიდებული ტემპერატურასა და კონცენტრაციაზე. ჩანასახწარმოქმნის თეორიის აპარატი კარგი ადეკვატურობით აღწერს პროცესს კონცენტრაციისა და ტემპერატურის ფართო ინტერვალში.

4. როგორც ზემოთთქმულიდან ჩანს, ჩვენი მეთოდის მიხედვით მომზადებული ადსორბენტი (ასკანის გააქტიურებული თიხა) და ხსნარ-რეაგენტი კარგ თვისებებს ავლენს და შეიძლება მათი რეკომენდება წყლის დასარბილებლად, აგრეთვე მისგან მავნე მინარევების მოსაცილებლად.

5. მდინარე ყვირილის წყლის გაწმენდისას, ჩვენ მიერ შემოთავაზებულია ახალი რეაგენტის ხსნარი და მისი გამოყენების მეთოდი, რაც უზრუნველყოფს მავნე მინარევების მოცილებას და დარბილებას პრაქტიკულად ნულამდე.

6. მდინარე ყვირილის წყლის მავნე მინარევისაგან გასაწმენდად და მის დასარბილებლად, მიზანშეწონილია ავტომატიზირებული ვერტიკალური სალექარის აგება.

აპრობაცია

სადისერტაციო ნაშრომის ძირითადი დებულებები მოხსენდა და განხილულ იქნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუდენტურ 79-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე და თემატურ სემინარებზე.

გამოქვეყნებული პუბლიკაციები

1) ნ. კიკნაძე, ნ. მექვაბიშვილი, “ღია წყალსატევების დაბინძურებისაგან დაცვა”, საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია ახალი ტექნოლოგიები თანამედროვე მრეწველობაში, 2010 წ., გვ. 153-156.

2) ნ. კიკნაძე, ნ. მექვაბიშვილი, “სამთო საწარმოებიდან გამოსული ჩამდინარე წყლების უსაფრთხოების საკითხები”, ჰიდროინჟინერია №1-2(9-10), 2010 წ., გვ. 23-27.

3) ნ. კიკნაძე, ნ. მექვაბიშვილი, „ჭიათურმანგანუმის საწარმოებიდან მდინარე ყვირილაში ჩამდინარი წყლების რადიოაქტიური ნივთიერებებისგან გაწმენდის ღონისძიებები“, სამთო ჟურნალი, №2(28), 2012 წ.

4) ნ. კიკნაძე, ნ. მექვაბიშვილი, „მომსახურე პერსონალის რადიუმისა და რადონის ზემოქმედებისაგან დაცვა“, ჰიდროინჟინერია №1-2(11-12), 2011 წ., გვ. 46-48.

5) ნ. კიკნაძე, ნ. მექვაბიშვილი, “ატმოსფერული ნალექების გავლენა ღია წყალსატევებზე და გეოთერმულ წყლებზე”, სტუ-ს შრომები №3(484), 2012 წ.

6) ნ. კიკნაძე. სტუ-ს სტუდენტთა 79-ე საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია, „ჩამდინარე წყლების გაწმენდა რადიუმისა და რადონისაგან“, 2012 წ., გვ. 26.

Summary

The use of water highly softened and purified from harmful admixtures in all fields of national economy is of great importance.

The above mentioned is the cause of a great interest of many leading scientists of the world aiming to investigate river and runoff waters with the purpose to achieve wide development of scientific-technical progress and production growth in all fields of national economy.

With this purpose water of the river Kvirila and water running off from the Chiatura manganese factory which contain great amount of manganese and complicate its softening and purification from harmful admixtures have been investigated. In addition, water of the river Kvirila is characterized with high content of suspended particles. Water running off from the Chiatura manganese factory is also polluted with radio-nuclides: radium and radon. The content of these radio-nuclides exceeds the standard and therefore one of the important problems is the problem of purification of water running off from the factory. In order to investigate the content of water running off from the factory its physical-chemical investigation becomes necessary. At the same time, using of natural resources- bentonitic clay and solution-reagent it becomes possible to solve the urgent problems of water softening and purification from harmful admixtures.

New composition of solution-reagent and its effect on high softening of water and removal of harmful and suspended particles is researched and ascertained.

The Askana clay activation with various chemical reagents is determined and their properties for water softening and for removal of harmful and suspended particles are estimated.

The presented work proposes water treatment facility – vertical settler - with two attached rectangular sand filters with quartz or two-layer loading which enable filter washing without stopping the water softening system.

For flushing the mechanical filter drinking water is used softened in cation-exchange filter or with sulfonated coal. In different shops in stead of drinking water the softened water of the river Kvirila may be used which will result in drinking water economy.

The work studies and presents safety rules protection at the Chiatura manganese works and general demands for readiness to emergency situations. The contemporary mining enterprises are characterized with a number of specific properties of work sanitary conditions. Working underground the miners suffer the lack of daylight. Personnel working underground are negatively affected with meteorological conditions of mine (temperature, air, humidity) and harmful gases (methane, radon, carbon dioxide, etc.).

It's known that human efficiency depends mainly on his health, environment, age and length of service. Work and rest conditions have great importance in working process.

In the process of professional activity a complex of various factors acts on human organism, among them the subject of our work is the effect of Ra^{226} and Rn^{222} .

The basic source of radon or inert gas is the Earth crust. One of the causes of radon getting and concentrating in buildings is the cracks in foundations and also building material containing natural radio-nuclides. The basic doze of radon irradiation a person gets in closed non-aired buildings.

It is stated that air pollution with radon in factories mainly depends on the contact of air and stripped surface of mine working. With the increase of mine works and expansion of stripped surface radon content is increased, its concentration changes, respectively. In case of production operations radon emission and attendant processes happen differently than those of other non-radioactive gases.

Thus, mine pollution happens with continuous extraction of radon from stripped rock surface. Radon is the main pollutant of air with radioactive aerosols. Inhalation of radon containing air for a long period causes the irradiation of upper parts of respiratory tracts. 5-10 mc of aerosol particles are precipitated on the upper part of respiratory tracts. Moving dust irradiates the tissue covering respiratory tracts, therefore, when executing anti-dust measures and calculating their effectiveness the harm done by coarse dust grains should be taken into consideration. Manganese intoxication in the Chiatura manganese factor results in considerable change of central nervous system which mainly provokes the development of parkinsonism. Therefore, the essential attention should be paid to prevention of respiratory tracts diseases in factory workers as there are many cases of chronic diseases of lungs. As radon and short-period products of its decay are the main object of our study, for liquidation of the causes, Ra²²⁶ is removed from water with the help of liquid reagent. Here we use the Askana clay activated with nitric acid which does not decay at high temperature which is not characteristic to cryoptololyte.

The work is intended for provision of rational functioning of industrial water supply rotating systems. The use of the proposed method is easily executed and economically justified. Practical importance of the work is implementation of research results carried out by a new method.