

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ხელნაწერის უფლებით

მარიამ სოსელია

„ბუნებრივი წყლების გამწმენდი ნაგებობების რეკონსტრუქცია,
ფიტოპლანქტონით გამოწვეული უარყოფითი გავლენის
აღმოსაფხვრელად“

სადოქტორო პროგრამა მშენებლობა

შიფრი 0732

დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად წარდგენილი დისერტაციის

ავტორეფერატი

თბილისი

2022 წელი

სამუშაო შესრულებულია საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში

სამშენებლო ფაკულტეტი

„წყალმომარაგების, წყალარინების, თბოაირმომარაგების და შენობათა
საინჟინრო აღჭურვის დეპარტამენტი“

ხელმძღვანელი: პროფესორი დავით გურგენიძე

რეცენზენტები: პროფესორი ზურაბ მეგრელიძე

რეცენზენტი: პროფესორი მარინა ნაცვლიძე

დაცვა შედგება 2022 წლის 25 ივლისს 1 საათზე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის სამშენებლო ფაკულტეტის
ფაკულტეტის სადისერტაციო ნაშრომის დაცვის კოლეგიის

სხდომაზე. კორპუსი I, აუდიტორია ----

მისამართი : 0175,თბილისი ,კოსტავას ქ 77

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება სტუ-ს ბიბლიოთეკაში,

ხოლო ავტორეფერატის - ფაკულტეტის ვებგვერდზე

ფაკულტეტის სწავლული მდივანი პროფესორი დემურ ტაბატაძე

1. ნაშრომის ზოგადი დახასიათება

პრობლემის მეცნიერული სიახლე

წყალი გარემოს განუყოფელი კომპონენტია ჩვენს პლანეტაზე. წყლის ხარისხის სწრაფი ცვლილებებისა და სუფთა წყალზე მზარდი მოთხოვნის გამო. ვინაიდან მტკნარი წყლის მხოლოდ 1%-ზე ნაკლებია ხელმისაწვდომი ადამიანის გამოყენებისთვის, მისი სათანადო დაცვა და მართვა აუცილებელია მდგრადი გამოყენებისთვის.

წყლის დაბინძურება არის მთავარი გლობალური პრობლემა, რომელიც მოითხოვს წყლის რესურსების პოლიტიკის მუდმივ შეფასებას და გადახედვას ყველა დონეზე, ცალკეული წყალსატევების და ჭაბურღილების ჩათვლით. დანაგვიანებას ასევე, მოიცავს ქიმიკატების და პათოგენების ფართო სპექტრი. ზედაპირულ წყლებში არსებული მიკროორგანიზმები გამოყოფენ სხვადასხვა ტერპენოიდებს, კაროტინოიდულ წარმოებულებს, გოგირდის ნაერთებს და სხვა აქროლად ორგანულ ნაერთებს, რომელთა უმეტესობამ შეიძლება ხელი შეუწყოს უსიამოვნო სუნის და გემოს ჩამოყალიბებას.

სასმელ წყალში უსიამოვნო სუნის წარმოშობა საკმაოდ გავრცელებული პრობლემაა. ჩვეულებრივ, ყველაზე პრობლემური სუნი არის ისეთი, როგორცაა უსიამოვნო, შმორის ან ლპობის.

მწვანე წყალმცენარეები და ციანობაქტერიები, რომლებიც ფართოდ არის გავრცელებული უმთავრესად მტკნარ წყალში, ერთუჯრედიანი და კოლონიური მწვანე წყალმცენარეები პლანქტონში მასობრივი გამრავლების დროს იწვევს წყლის „ყვავილობას“, რაც ხშირად უარყოფით გავლენას ახდენს წყალსატევებზე.

უსიამოვნო სუნის კონტროლი მსოფლიოში სასმელი წყლის მომწოდებლების მნიშვნელოვანი საკითხი გახდა. დღეს, მომხმარებელთა

პრეტენზიების უმეტესობა, რომლებიც წყალმომარაგებას ეხება, დაკავშირებულია სასმელი წყლის ცუდ გემოზე ან სუნზე.

პრობლემის მეცნიერული სიახლე მდგომარეობს ადგილობრივი, შედარებით იაფი მასალის, ასკანას თიხის გამოყენება წყლის გასაწმენდად. რომლის დროსაც მოხდება მისი უსიამოვნო სუნის მოშორება ჰიდროციკლონის გამოყენებით.

აქტუალობა

თბილისის ზღვა წარმოადგენს თბილისის წყალმომარაგების სისტემის ნაწილს, რომელშიც რიგ შემთხვევაში სასმელ წყალში დაფიქსირებული იყო უსიამოვნო სუნი იმ რაიონებში, რომელიც მარაგდება ამ წყალსატევიდან.

GWP-ლაბორატორული კვლევების თანახმად, თბილისის წყალსატევეში გარკვეულ პერიოდში ხდება წყალმცენარეების გამრავლება და უსიამოვნო სუნის წარმომქმნელი ნაერთების: გეოსმინის და 2-მეთილისობორნეოლის გამოყოფა.

ამ ნაერთების მოსაცილებლად გარდაბნის წყლის გამწმენდ სადგურში იხმარება გაფილტვრა გააქტივებული ნახშირბადის ფილტრების საშუალებით.

ჩვენი კვლევის მიზანი იყო შედარებით უფრო იაფი გაწმენდის ტექნოლოგიის პოვნა ამ უსიამოვნო სუნის წარმომქმნელი ნაერთების მოსაცილებლად.

პრაქტიკული მნიშვნელობა

შემოთავაზებულია გეოსმინის და 2-მეთილისობორნეოლის მოცილების შედარებით იაფი ტექნოლოგია, რომელიც ითვალისწინებს

კოაგულაცია/ფლოკულაციის პროცესის განხორციელება ასკანას თიხის და ჰიდროციკლონის გამოყენებით.

ამისათვის უნდა მოხდეს სასმელი წყლის სადგურის რეკონსტრუქცია და დაემატოს კიდევ ერთი კვანძი ზემოდხსენებული ტექნოლოგიის განსახორციელებლად.

სამუშაოს სტრუქტურა და მოცულობა. სადისერტაციო ნაშრომი შედგება შესავალის, ორი თავის, საერთო დასკვნების, გამოყენებული ლიტერატურის (70 დასახელება).

ნაშრომი გადმოცემულია 129 ნაბეჭდ გვერდზე, მათ შორის 13 ცხრილი და 21 ნახაზია.

ნაშრომის შინაარსი

წყალი არის გარემოს განუყოფელი კომპონენტი ჩვენს პლანეტაზე. სწრაფმა ურბანიზაციამ, ინდუსტრიალიზაციამ, გადაჭარბებულმა სასოფლო-სამეურნეო პრაქტიკამ და საყოფაცხოვრებო წყლის მზარდმა მოხმარებამ გამოიწვია წყლის ხარისხის გაუარესება.

მსოფლიოში სასმელი წყლის ხელმისაწვდომობა სულ უფრო მწირი ხდება. მზარდმა მოსახლეობამ, კლიმატურმა ცვლილებებმა და წყაროს წყლების ბიოლოგიურმა, ინდუსტრიულმა და სასოფლო-სამეურნეო დაბინძურებამ შექმნა ახალი გამოწვევები სასმელი წყლის დამუშავების სფეროში. მოსახლეობის მიერ წყლის მზარდი მოხმარება ქმნის მოთხოვნილებას წყალზე და ართულებს წყალსატევების შევსებას შესაბამისი ტემპებით. გლობალურმა დათბობამ გამოიწვია მყინვარების დნობა ანტარქტიკასა და გრელანდიაში, აწია ზღვის წყლის დონე და გამოიწვია ზღვის წყლის შეღწევა სანაპირო რაიონებთან ახლოს მდებარე ტერიტორიებში. წყალმომარაგების კომპანიები იძულებულნი არიან გამოიყენონ და დაამუშავონ მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების

წყაროები, რომლებიც ადრე უარყოფილი იქნებოდა რთული, ძვირადღირებული ან ტექნიკურად გაუმართავი დამუშავების გამო.

წყლის დაბინძურება არის მთავარი გლობალური პრობლემა, რომელიც მოითხოვს წყლის რესურსების პოლიტიკის მუდმივ შეფასებას და გადახედვას ყველა დონეზე, ცალკეული წყალსატევების და ჭაბურღილების ჩათვლით.

ზედაპირული წყლების პროგრესულმა ეუტროფიკაციამ და დაბინძურებამ გამოიწვია წყალში უსიამოვნო სუნის შემთხვევების მუდმივი ზრდა, რომლებიც დაკავშირებულია წყლის მცენარეების და მიკროორგანიზმების აყვავებასთან წყლის გარემოში.

მწვანე წყალმცენარეები და ციანობაქტერიები, რომლებიც ფართოდ არის გავრცელებული უმთავრესად მტკნარ წყალში, ერთუჯრედიანი და კოლონიური მწვანე წყალმცენარეები პლაქტონში მასობრივი გამრავლების დროს იწვევს წყლის „აყვავებას“, რაც ხშირ შემთხვევაში უარყოფით გავლენას ახდენს წყალსატევებზე.

სასმელ წყალში უსიამოვნო სუნის წარმოშობა საკმაოდ გავრცელებული პრობლემაა. ჩვეულებრივ, ყველაზე პრობლემური სუნი არის ისეთი, როგორცაა თევზის, შმორის ან ლპობის.

უსიამოვნო სუნის პრობლემა წყალში როგორც წესი დადგენილია. სუნის და გემოს წარმოქმნელი ნაერთების დიდი ნაწილი, რომლებიც აღწერილია ლიტერატურაში, წარმოქმნილია ზედაპირულ წყლებში. ეს ნაერთები იწარმოება ფიტოპლანქტონით და წარმოადგენს სეზონურ მოვლენას.

როგორც ცნობილია, თბილისის წყალსაცავის წყალს იყენებენ სარწყავად, თბილისის წყალმომარაგებისათვის, თევზის სარეწად, წყლის სპორტისათვის და სხვა მიზნებისათვის.

თბილის ზოგიერთ რაიონში (მაგალითად ვარკეთილში) გაზაფხულ-ზაფხულში მოხმარებლისათვის თბილისის წყალსაცავიდან მიწოდებულ გაწმენდილ სასმელ წყალს უჩნდება უსიამოვნო სუნი. კვლევის შედეგად

დადგინდა, რომ ამ უსიამოვნო სუნს იწვევენ თბილისის წყალსაცავში გავრცელებული წყალმცენარეების მიერ გამოყოფილი ნივთიერებები. ამისათვის იყო მიღებული ზომები და ამ პერიოდში დამატებით გამოყენებული იქნა გააქტივებული ნახშირბადის ფილტრები, რომელმაც ეს პრობლემა მოაგვარა. მაგრამ ეს პროცედურა საკმაოდ დიდ ხარჯებთან არის დაკავშირებული.

ნიმუშების აღების მეთოდика

წყლის ნიმუშების აღება ხორციელდებოდა საქართველოს მთავრობის დადგენილების „წყლის სინჯის აღების სანიტარული წესების“ ტექნიკური რეგლამენტის მიხედვით.

სინჯების აღება ხორციელდებოდა თბილისის წყალსატევის აკვატორიაში, წყალმცენარეებით დაბინძურებულ ზონებში.

ნიმუშების შემოწმება

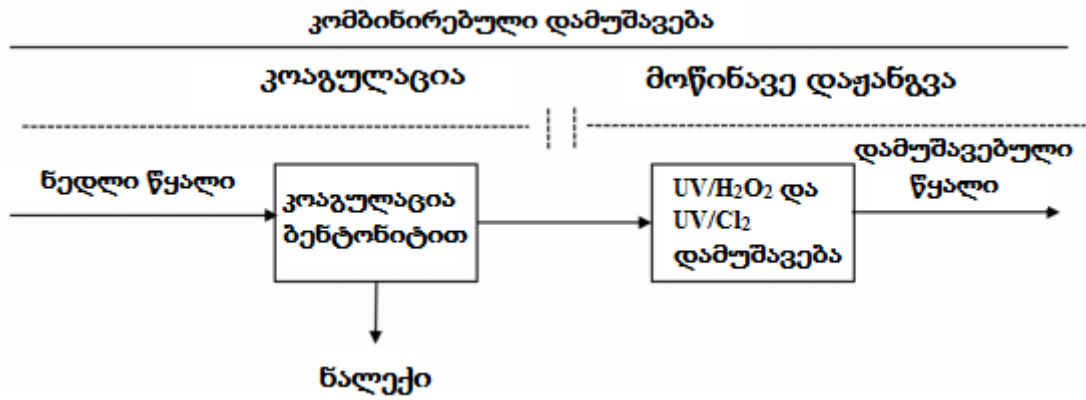
ანალიზის ასაღებად გამოყენებული იქნა ახალი სტერილური ტარა. თითოეული ანალიზისთვის ნიმუშები აღებული იქნა ცალ-ცალკე, რომელიც მოთავსებული იქნა აფთიაქში შექმნილ ანალიზისთვის განკუთვნილ სპეციალური ცილინდრული ფორმის დეზინფიცირებულ კოლბაში. ყველა ნიმუში დაუყოვნებლივ იქნა გადატანილი ლაბორატორიაში.

სინჯებს ვიღებდით დადგენილი პერიოდის ერთი კვირის განმავლობაში (12–18) მაისი, როდესაც წყლის უსიამოვნო სუნი განსაკუთრებულად მკვეთრია და იმავე დღეს გადატანილი იყო ლაბორატორიაში.

რეაგენტები და მასალები

გამოყენებული ყველა რეაგენტი იყო ანალიტიკური ხარისხის. გეოსმინი (>97%) და მეთანოლში გახსნილი 2-მეთილისობორნეოლი (მიბ) (>98%) შეძენილი იქნა Sigma-Aldrich-იდან და განზავებული იქნა დეიონიზებულ წყალში შემდგომი გამოყენებისთვის. გოგირდის მჟავა H_2SO_4 (98.08%) და 30%-იანი წყალბადის ზეჟანგის ხსნარი (H_2O_2), ქლორწყალბად მჟავა HCl (30%) და ნატრიუმის ქლორიდი NaCl (>99%) ასევე შეძენილი იქნა და Sigma-Aldrich-იდან. კოაგულანტი შედგებოდა ასკანას ბენტონიტური თიხის ფხვნილისაგან.

ასკანას თიხის კოაგულაციის ეფექტურობის შესამოწმებლად პილოტური მასშტაბით (109 მ³/სთ), კოაგულანტის სხვადასხვა დოზები (0, 10, 20, 30 და 40 მგ/ლ) შეფასებული იყო ქლოროფილ-A-სთვის. სიმღვრივე და UV254 ქლოროფილის კონცენტრაციის გაზომვა განხორციელდა PLC ავტომატური კონტროლის სისტემის გამოყენებით. ქლოროფილ-A-ს კონცენტრაცია ნედლ წყალში მერყეობდა 2.3-დან 156 მგ/მ³-მდე. კოაგულაციის პროცესის შემდეგ, დამუშავებული წყალი დაიყო UV-სპექტროფოტომეტრის ექსპერიმენტების ჩასატარებლად. UV-სპექტროფოტომეტრის სისტემაში ნაკადის სიჩქარე იყო დაახლოებით 1.8 მ³/სთ, ხოლო გეოსმინი, 2-მიბ იყო ჩასმული ულტრაიისფერი რეაქტორის გადინებაში. ულტრაიისფერი რეაქტორი იყო LPA15 სისტემის ერთი დაბალი წნევის ამალგამის ნათურით 871,8 მჯ/სმ². დამაბინძურებლებისა და ოქსიდანტების (ანუ წყალბადის ზეჟანგი და ქლორი) მარაგის ხსნარები შეჰყავდათ UV-სპექტროფოტომეტრის შემომავალი მილში ცალკე საინექციო პორტების მეშვეობით. ჩამდინარე წყლების სინჯის აღების პორტი საკმარისად შორს იყო ინექციის პორტებიდან, რათა უზრუნველყოფილიყო, რომ ნაკადი კარგად იყო შერეული სინჯის აღების პორტში მისვლამდე და შეგროვებული იყო ნიმუშები. კომბინირებული დამუშავების სქემა ნაჩვენებია სურათზე.



კომბინირებული დამუშავების სქემა, ბენტონიტით კოაგულაცია, რასაც მოჰყვება UV-ზე დაფუძნებული მოწინავე დაჟანგვის პროცესები

ანალიზი

სიმღვრივე გაზომილი იყო Hach 2100 N ტურბიდიმეტრის გამოყენებით. მთლიანი ორგანული ნახშირბადის (მონ) ანალიზატორი გამოიყენეს ნიმუშებში გახსნილი ორგანული ნახშირბადის გასაზომად ცელულოზის აცეტატის მემბრანის მეშვეობით ფილტრაციის შემდეგ (ფორების ზომა: 0.45 მკმ). სპექტროფოტომეტრი გამოიყენებულ იქნა ნიმუშების UV254-ის გასაზომად მემბრანის მეშვეობით ფილტრაციის შემდეგ (ფორების ზომა: 0.45 მკმ). pH მეტრი, რომელიც ყოველდღიურად კალიბრირდებოდა pH 4.0, 7.0 და 10.0 სტანდარტების გამოყენებით, გამოიყენებოდა წყლის ნიმუშების pH-ის გასაზომად. ძეტა-პოტენციალის და ნაწილაკების ზომის ანალიზატორი გამოყენებული იყო კოაგულანტის ძეტა პოტენციალის დასადგენად.

გეოსმინისა და 2-მიბ-ის კონცენტრაციები განისაზღვრა ხდებოდა გაზის ქრომატოგრაფის გამოყენებით, რომელიც აღჭურვილი იყო Polaris Q იონ-ხაფანგის მასის სპექტრომეტრით. სხვადასხვა ნაერთების გამოყოფა მიღწეული იქნა J&W CP-Sil 5 CB MS სვეტის გამოყენებით (სიგრძე: 30 მ; შიდა დიამეტრი: 0,25 მმ; ფირის სისქე: 0,25 მკმ; GC ღუმელის ტემპერატურა

შენარჩუნდა 40 °C-ზე 2 წუთის განმავლობაში, გაიზარდა 7 °C წთ⁻¹-იდან 200 °C-მდე, რომელიც შენარჩუნდა 2 წუთის განმავლობაში. გაზის მატარებელად გამოიყენებოდა ჰელიუმი 1 მლ წთ⁻¹ მუდმივი დინების სიჩქარით. ინექციიდან 3 წუთის განმავლობაში გაყოფილი გამწოვი გაიხსნა. ელექტრონის ზემოქმედების იონიზაციის რეჟიმები იყო შემდეგი: იონის წყაროს ტემპერატურა 230 °C; გადაცემის ხაზის ტემპერატურა 280 °C; გამხსნელის დაყოვნების დრო 5 წთ; ელექტრონის ენერჯია 70 ევ. სრული სკანირების მასის სპექტრები მიღებული იყო მასა-დამუხტვის თანაფარდობის სკანირებით, რომელიც მერყეობს 50-დან 350-მდე, რათა დადგინდეს შესაბამისი მასები შერჩეული იონის მონიტორინგისთვის.

პეროქსიდაზას N,N-დიეთილ-p-ფენილენდიამინის განსაზღვრის ფერომეტრიული მეთოდი გამოყენებული იყო H₂O₂ და ქლორის კონცენტრაციების დასადგენად DR/2500 სპექტროფოტომეტრის გამოყენებით 530 ნმ. სპექტროფოტომეტრი დაკალიბრებული იყო 10 მლ წყლის ნიმუშის გამოყენებით. 10 მლ წყლის ნიმუში პიპეტირდება ნიმუშის უჯრედში. შემდეგ დაემატა ერთი DPD ქლორის ფხვნილის ბალიში და კარგად აურიეთ. 25 მკლ (1 გ/ლ პეროქსიდაზას მარაგის ხსნარი) პეროქსიდაზას რეაგენტის დამატების შემდეგ, ქლორის კონცენტრაცია იზომება მგ/ლ-ში. H₂O₂-სთვის ქლორის შედეგი ორად იყოფოდა.

შედეგები და მსჯელობა

კვლევა გვიჩვენებს სასმელ წყლიდან უსიამოვნო სუნის მოცილების ეფექტურობას ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტის სხვადასხვა დოზით 0-დან 70 მგ/ლ-მდე და 22°C -დან 25°C-მდე. უსიამოვნო სუნის მოცილების ეფექტურობა იზრდებოდა ასკანას თიხის დოზის 20 მგ/ლ-მდე გაზრდით, ასკანას თიხის დოზის შემდგომი ზრდა ამცირებს უსიამოვნო

სუნის მოცილების ეფექტურობას. უსიამოვნო სუნის ყველაზე მაღალი მოცილება აღმოჩნდა 98%, 20 მგ/ლ ასკანას თიხის გამოყენებისას. სიმღვრივის შემთხვევაში, მოცილების ეფექტურობა იყო დაახლოებით 94% 20 მგ/ლ ასკანას თიხის დროს, მაგრამ ის შემცირდა 83.4%-მდე 70 მგ/ლ ასკანას თიხის გამოყენებისას. იგულისხმება, რომ ნაწილაკები ერთმანეთს უკუაგდებენ ადსორბირებული პოლიკათიონებით გამოწვეული ძლიერი ელექტროსტატიკური ძალების გამო. ასკანას თიხით მიღწეული უსიამოვნო სუნის მოცილების ეფექტურობა იყო დაახლოებით 10-დან 19%-მდე უფრო მაღალი, ვიდრე წინა სამუშაოებში ალუმინის მარილების გამოყენებით.

ასკანას თიხა შეიძლება გამოიყენოს გახსნილი ორგანული ნივთიერებების მოცილების მონიტორინგისთვის და კოაგულანტის დოზების კონტროლისთვის წყალმომარაგების სისტემებში. ასკანას თიხის საწყისი კონცენტრაცია იყო 3,4 მგ/ლ. 20 მგ/ლ ასკანას თიხის გამოყენებისას. უსიამოვნო სუნის მოცილება აღმოჩნდა 78%.

ასკანას თიხის ძეტა პოტენციალი

საცდელი წყლის ძეტა პოტენციალი ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტის სხვადასხვა დოზებში განისაზღვრა უსიამოვნო სუნის მოცილების მექანიზმის გამოსაკვლევად. ასკანას თიხა დოზის 0-დან 70 მგ/ლ-მდე გაზრდით, ძეტა პოტენციალი გაიზარდა -26.3 მვ-დან +27.1 მვ-მდე. ეს შეიძლება აიხსნას ასკანას თიხას ხსნარის დადებითი მუხტით (+44,86 მვ). იზოელექტრული წერტილი აღმოჩნდა დაახლოებით 20-40 მგ/ლ ასკანას თიხის დოზის დროს, რის დიაპაზონი ახლოსაა ასკანას თიხის ოპტიმალურ დოზასთან, ანუ 20 მგ/ლ. ეს შედეგი მიუთითებს იმას, რომ მუხტის განეიტრალება შეიძლება იყოს უსიამოვნო სუნის მოცილების ძირითადი მექანიზმი კოაგულაციის პროცესში. ასკანას თიხის 20 მგ/ლ-ზე მაღალი დოზის დროს, ხსნარის მუხტის შეცვლამ უარყოფითიდან დადებითზე შეიძლება გამოიწვიოს ნაწილაკების რესტაბილიზაცია.

ნაწილაკებს შეუძლიათ ერთმანეთის განზიდვა, ძლიერი ელექტროსტატიკური ძალების გამო, რომლებიც გამოწვეულია ადსორბირებული პოლიკათიონებით. გარდა ამისა, ცნობილია, რომ წყალმცენარეების მიერ გამოყოფილი ბიოკოლოიდები ატარებენ უარყოფით ზედაპირულ მუხტს pH-ის უმეტეს დიაპაზონში. ამრიგად, ასკანას თიხის მაღალი ეფექტურობა შეიძლება მიეკუთვნებოდეს მუხტის განეიტრალების მექანიზმებს და ურთიერთმიზიდულობის მოქმედებაზე უარყოფითად დამუხტულ ბიოკოლოიდებზე და ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტის დადებითად დამუხტულ კომპონენტებს შორის (მაგ., ცეოლიტი, ქერის ქვა და სხვა).

pH და ტუტიანობა

ხსნარის pH და ტუტიანობის ცვლილებები ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტის სხვადასხვა დოზებით.

ნედლი წყლის საწყისი pH იყო დაახლოებით 7.8. ტესტი ჩატარდა ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტის სხვადასხვა დოზებით და შეფასდა ასკანას თიხის დოზის ეფექტი წყლის pH-ზე. დაფიქსირდა, რომ წყლის pH შემცირდა ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტის დამატების შემდეგ. ასკანას თიხა დოზის გაზრდამ შეამცირა წყლის pH და ტუტიანობა. pH შემცირდა დაახლოებით 7.0-მდე ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტის ოპტიმალურ დოზის დროს, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ასკანას თიხა კოაგულანტის ტუტიანობა ნაკლებია ალუმინზე დაფუძნებულ ქიმიურ კოაგულანტებთან შედარებით.

ასკანას თიხის გამოყენება გეოსმინისა და 2-მიზ-ის მოცილებისთვის

გამოკვლეული იყო ასკანას თიხის სხვადასხვა დოზების გეოსმინისა

და 2-მიბ მოცილების ეფექტურობაზე. კოაგულაციის პროცესში ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტი შეჰყავდათ 70 მგ/ლ-მდე. გეოსმინისა და 2-მიბ-ის მოცილების ეფექტურობა გაიზარდა ასკანას თიხის დოზის გაზრდით ორივე პროცესში. გეოსმინისა და 2-მიბ-ის მოცილების ეფექტურობა 20 მგ/ლ ასკანას თიხის დროს იყო დაახლოებით 46% და 37%, შესაბამისად. მოცილების ეფექტურობა უფრო მაღალი იყო გეოსმინისთვის, ვიდრე 2-მიბ-ისთვის. ეს მიეკუთვნებოდა გეოსმინის უფრო ბრტყელ სტრუქტურას და ხსნადობას, ვიდრე 2-მიბ.

შედეგებიდანჩანს, რომ ასკანას თიხით კოაგულაციის პროცესს შეუძლია გარკვეული რაოდენობის გეოსმინის და 2-მიბ ამოღება, და ასკანას თიხა აჩვენებს გეოსმინის (46%) და 2-მიბ (37%) მოცილების უფრო მაღალ ეფექტურობას, ვიდრე სხვა ქიმიურ კოაგულანტები, რომელიც ადრე იყო მოხსენებული. ასკანას თიხით კოაგულაციის შემდეგ, ნარჩენი გეოსმინი და 2-მიბ აღმოჩნდა დაახლოებით 73,63 და 99,85 ნგ/ლ, შესაბამისად. თუმცა, გეოსმინისა და 2-მიბ-ის კონცენტრაციების საშუალო ზღვარი არის დაახლოებით 10 ნგ/ლ, ამიტომ გეოსმინისა და 2-მიბ-ის შემდგომი მოცილება ჯერ კიდევ საჭიროა. ამ ნაერთების მოცილების ეფექტურობის გასაზრდელად ჩატარდა ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულაციის პროცესი.

ფლოკულაციის სიჩქარე

ზოგადად, ფლოკულანტების მოქმედების პროცესის შესწავლისას აუცილებელია გავითვალისწინოთ ისეთი ფაქტორები, როგორცაა დამატებული ნივთიერების თვისებები და რაოდენობა, მისი მოლეკულური წონა და მუხტი, რეაგენტის შეყვანის პირობები და შემცველობა. დისპერსიული ფაზა და ელექტროლიტები სისტემაში.

ფლოკულაციისა და სტაბილიზაციის პროცესები ურთიერთდაკავშირებულია. ჩვეულებრივ, ხსნარში ფლოკულანტის

შემცველობის მატებასთან ერთად, კოლოიდური სისტემის სტაბილურობა ჯერ მცირდება (ფლოკულაცია), შემდეგ კი იზრდება (სტაბილიზაცია).

ფლოკულაციური ეფექტის აღსაწერად და შესაფასებლად გამოიყენება ფარდობითი განზომილებიანი პარამეტრი D - ფლოკულაციის პარამეტრი, რომლის შეფასებაც შესაძლებელია შემდეგი პარამეტრების განსაზღვრით:

- სუსპენზიის დალექვის სიჩქარე ფლოკულანტის დანამატების თანდასწრებით $-V_s$ და არარსებობის შემთხვევაში $-V_s^0$

$$D = V_s/V_s^0$$

სუპერნატანტის სიმღვრივის მნიშვნელობები τ -ის თანდასწრებით და ფლოკულანტის დანამატების არარსებობის შემთხვევაში τ^0

$$D = \tau/\tau^0$$

ფლოკულანტ λ -ს აქტივობა ხასიათდება ფლოკულაციური ეფექტის თანაფარდობით ფლოკულანტის კონცენტრაციასთან:

$$\lambda = D/C_f$$

სუსპენზიის სტაბილურობისა და ფლოკულაციის შესწავლა პრაქტიკაში ხორციელდება სხვადასხვა მეთოდების გამოყენებით, რომლებიც შესაძლებელს ხდის სისტემის ისეთი მაკროსკოპული პარამეტრების გაკონტროლებას, როგორცაა ოპტიკური სიმკვრივე, სედიმენტაციის (დალექვის) სიჩქარე, სუსპენზიის კონცენტრაციის ცვლილება.

$$D = V_s/V_0$$

უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ტემპერატურის მატებასთან ერთად, ფლოკულაციის პროცესის სიჩქარე იზრდება.

კოაგულაციის ტესტი

ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულაციის ექსპერიმენტები ჩატარდა ასკანას თიხის სხვადასხვა დოზებით (10-დან 40 მგ/ლ-მდე) 109 მ³/სთ ნაკადის სიჩქარით. ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტის საშუალებით უსიამოვნო სუნის მოცილების ეფექტურობა ტესტებში აღმოჩნდა 78.0-96.0%, 80.0-98.7%, 90.0-99.6% და 78-95% (დამოკიდებულია ექსპერიმენტის პერიოდზე) ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტის დოზებით 10, 20, 30 და 40 მგ/ლ, შესაბამისად. წყალმცენარეებისა და სიმღვრივის მოცილების ტენდენციები მსგავსი იყო. ასკანას თიხით კოაგულაციის პროცესმა აჩვენა წყალმცენარეების მოცილების კარგი ეფექტურობა ტესტებში.

ნედლი წყლის სიმღვრივე მერყეობდა 1.6-დან 11.8-მდე. სიმღვრივის მოცილების ეფექტურობა ტესტებში აღმოჩნდა 33.3-41.4%, 41.2-77.4%, 48.3-84.0% და 36.7-78.9% (დამოკიდებულია ექსპერიმენტის პერიოდზე) ასკანას თიხა დოზებით 10, 20, 30 და 40 მგ/ლ, შესაბამისად. გარდა ამისა, მოცილების საშუალო ეფექტურობა ტესტებში იყო დაახლოებით 35.6-45.7%, 41.4-48.9%, 36.7-62.4% და 42.6-57.6% (დამოკიდებულია ექსპერიმენტის პერიოდზე). გარდა ამისა, კოაგულაციის პროცესის დროს უსიამოვნო სუნის მოცილების ეფექტურობა გაიზარდა სიმღვრივის დონის მატებასთან ერთად. მიუხედავად იმისა, რომ უსიამოვნო სუნის მოცილების ეფექტურობა არ იყო ისეთი მაღალი, როგორც ლაბორატორიული ტესტი, დამუშავების შემდეგ უსიამოვნო სუნის სიმღვრივის დონე დაბალი იყო.

ლაბორატორიული ტესტებში ასკანას თიხაზე დაფუძნებული კოაგულანტის ოპტიმალური დოზა იყო 20 მგ/ლ. თუმცა, ტესტებისთვის ოპტიმალური დოზა იცვლებოდა წყლის სიმღვრივის დონის მიხედვით 20-30 მგ/ლ, რაც 10 მგ/ლ უფრო მაღალი დოზაა, ვიდრე ლაბორატორიული ტესტი. ტესტის წყლის სიმღვრივის მაქსიმალური დონეები იყო 4.6 და 11.8 შესაბამისად. ასკანას თიხა დოზის შემდგომი ზრდა (40 მგ/ლ) ამცირებს

სიმღვრივის და უსიამოვნო სუნის მოცილების ეფექტურობას. ეს მიუთითებს მუხტის შებრუნების შემთხვევაზე, რაც იწვევს წყალში ნაწილაკების დადებითად დამუხტვას კოაგულაციის პროცესის დროს და, შესაბამისად, ნაწილაკები იწყებენ რესტაბილიზაციას ასკანას თიხის კოაგულანტის მაღალი დოზებით. ანალოგიურად, ქიმიური კოაგულანტები, როგორცაა პოლიალუმინის ქლორიდი, ამცირებენ სიმღვრივის მოცილების ეფექტურობას შესაბამის ოპტიმალურ დოზებზე მაღალი დოზებით. სიმღვრივის მოცილება უფრო მაღალი იყო ლაბორატორიულ ტესტში, ასკანას თიხის ოპტიმალური დოზით (20-30 მგ/ლ). მაგალითად, 4.7 სიმღვრივის შემთხვევაში, მოცილების ეფექტურობა ლაბორატორიულ ტესტში იყო 93.4%, მაგრამ საპილოტე ტესტებიდან მიღებული მნიშვნელობა იყო დაახლოებით 70.2%. მიუხედავად იმისა, რომ სიმღვრივის მოცილების ეფექტურობა არ იყო ისეთი მაღალი, როგორც ლაბორატორიული ტესტში, დამუშავების შემდეგ სიმღვრივის დონე დაბალი იყო. ასკანას თიხის ოპტიმალური დოზების სხვაობა სიმღვრივის მოცილების ეფექტურობისთვის ლაბორატორიულ ტესტებში შეიძლება გამოწვეული იყოს წყლის მატრიცებში არსებული განსხვავებებით. ამიტომ, ასკანას თიხა დოზა 30 მგ/ლ იყო გამოყენებული ორივე ნაერთების მოსაშორებლად ტესტებში.

თბილისის სამგორის სასმელი წყლის გამწმენდ ნაგებობაში ახალი კვანძის დამატება.

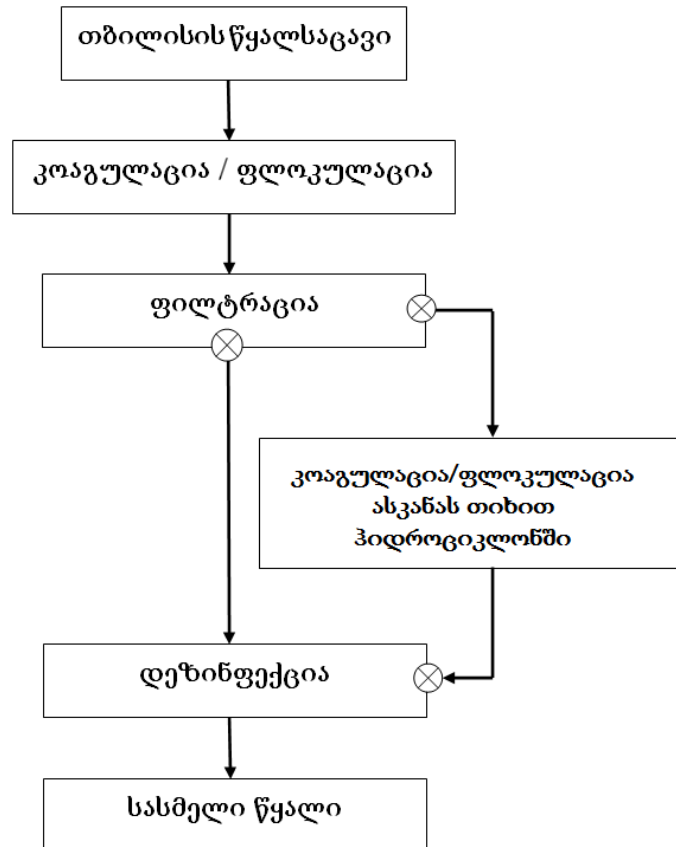
როგორც ავღნიშნეთ, თბილისის წყალსაცავში მცხოვრები წყალმცენარეები გამოყოფენ უსიამოვნო სუნის მქონე ნივთიერებებს: გეოსმინსა და 2-მეთილიზობორნეოლს. მათი გამოყოფის ინტენსიური პერიოდია აპრილი–ივნისი.

დღეს გარდაბნის სასმელი წყლის სადგური ამ ნივთიერებებს წმინდავს გააქტივებული ნახშირბადის ფილტრების მეშვეობით.

ჩვენ გთავაზობთ შედარებით უფრო იაფ გამწმენდის ტექნოლოგიას. –

გაწმენდა ბენტონიტის თიხით (ასკანას თიხა).

ამისათვის სადგურის ტექნოლოგიურ ციკლში უნდა დაემატოს ახალი კვანძი სადაც უნდა მოთავსდეს გაფილტრული წყალი დეზინფექციამდე. ამ კვანძში განხორციელდება უსიამოვნო სუნის მქონე ნაერთების მოცილება კოაგულაციით. კოაგულანტად გამოიყენება ასკანას თიხა (იხილეთ სქემა).



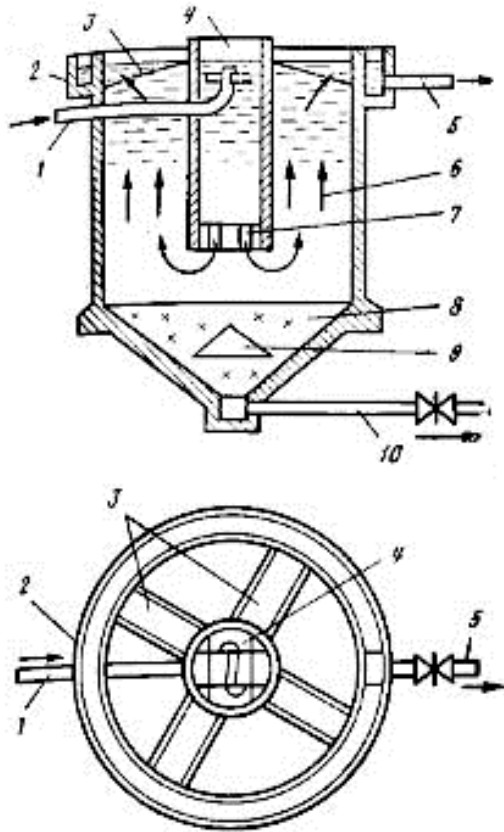
ცქემა. 1 უსიამოვნო სუნის მქონე ნაერთების მოცილება კოაგულაციით. კოაგულანტი – ასკანას თიხა.

ჰიდროციკლონის მუშაობის პრინციპი

ჰიდროციკლონის მოქმედება ეფუძნება ცენტრიდანული ძალების მოქმედების ველში ნაერთების გამოყოფას თხევადი ნაკადისგან.

მაღალი წნევის ქვეშ მყოფი წყალი ტანგენციურად მიედინება ჰიდროციკლონში. წყალსა და მინარევებზე მოქმედებს

ცენტრიდანული ძალა, რომელიც მიმართავს მინარევებს ჰიდროციკლონის შიდა კედლებში და ამით წყალი იწმინდება (იხ. სქემა 2).



- 1 - საწყისი მიწოდება;
- 2 - რგოლოვანი სადრენაჟო კამერა;
- 3 - რადიალური სადრენაჟო კამერა;
- 4 - შერევის კამერა;
- 5 - გაწმენდილი წყლის გაყვანა;
- 6 - წყლის გაკამკამების ზონა;
- 7 - შთამნთქმელი;
- 8 - ლამის დაგროვებისა და დატკეპნის ზონა;
- 9 - კონუსური რეფლექტორი;
- 10 - ლამის მოცილება;

სქემა. 2. ჰიდროციკლონი.

დასკვნები

1. დადგენილია, რომ თბილისის წყალსაცავიდან მომხმარებლისათვის მიწოდებული სასმელი წყლის უსიამოვნო სუნი გამოწვეულია წყალსაცავში მცხოვრები წყალმცენარეების (ციანობაქტერიების) მიერ გამოყოფილი ნივთიერებებით - გეოსმინითა და 2-მეთილისობორნეოლით.
2. ნაჩვენებია უსიამოვნო სუნის გაჩენის სეზონურობა
3. დადგენილია ის პერიოდი, როდესაც უსიამოვნო სუნის გამომწვევი ნივთიერებების გამოყოფა ყველაზე ინტენსიურია. ეს პერიოდი მოიცავს აპრილ-ივნისს.
4. შემოთავაზებულია ამ ნივთიერებების მოცილების შედარებით იაფი ტექნოლოგია ასკანას თიხის გამოყენებით.
5. რეკომენდებულია სასმელი წყლის გამწმენდ ნაგებობის რეკონსტრუქცია. ზემოდხსენებულ პერიოდში, გამწმენდ ნაგებობას უნდა დაემატოს კვანძი, რომელშიც მოხდება წყლის გაწმენდა ჰიდროციკლონის გამოყენებით, ასკანას თიხის კოაგულანტად გამოყენებით.

დისერტაციის ძირითადი შინაარსი გამოქვეყნებულია შემდეგ

ნაშრომებში:

1. Gurgenidze D., A. Bagraion-Daviashvili, I. Inashvili, K. Bziava, M. Soselia. Frequency of unpleasant Odour in drinking water in some districts of Tbilisi. Georgian Engineering News. v. 92, 2021. p.140-145
2. სოსელია მ. სასმელ წყალში უსიამოვნო სუნის გაჩენის პრობლემა და მისი აღმოფხვრის მეთოდები. საქართველოს საინჟინრო სიახლეები. #1, vol.95.109-112
3. ბაგრატიონ-დავითაშვილი ა., მ. სოსელია. უსიამოვნო სუნის მოშორების ტექნოლოგია ასკანას თიხის გამოყენებით. საქართველოს საინჟინრო სიახლეები, #1, vol.95. 2022.113-115

4. Gurgenidze D., R.Bziava, M. Soselia. Impact of Climate Change on the Growth of Toxic Algae in Water Bodies. European Academic Science and Research. "East" Sci.Pub. 2021. p. 10-11.

Resume

Water is an integral component of the environment on our planet. Due to rapid changes in water quality and increasing demand for clean water. Since only less than 1% of fresh water is available for human use, its proper protection and management is essential for sustainable use.

Water pollution is a major global problem that requires constant evaluation and revision of water resources policies at all levels.

Water is usually referred to as polluted when it is contaminated by anthropogenic contaminants and or does not support human use such as drinking water. Specific pollutants that cause water pollution include a wide range of chemicals and pathogens.

Microorganisms in surface waters release various terpenoids, carotenoid derivatives, sulfur compounds and other volatile organic compounds, many of which can contribute to unpleasant odors and tastes.

The occurrence of unpleasant odors in drinking water is quite a common problem. Usually, the most problematic odors are those of fish, musty, or rotten.

In some districts of Tbilisi (for example, in Varketili) in spring and summer, the purified drinking water delivered from the Tbilisi Reservoir had an unpleasant smell. As a result of the research, it was determined that this unpleasant smell is caused by the substances released by the algae in the Tbilisi reservoir. As a result, measures were taken and activated carbon filters were additionally used during this period, which solved this problem. But this procedure is associated with quite large costs.

We offer a relatively inexpensive technology that effectively removes unpleasant odors.

Reconstruction of drinking water treatment plant is recommended.

During the above-mentioned period, a node should be added to the treatment plant, in which the water will be purified using a hydrocyclone, using Askana clay as a coagulant.