



თავი 5. გარემოს დაბინძურების მონიტორინგი

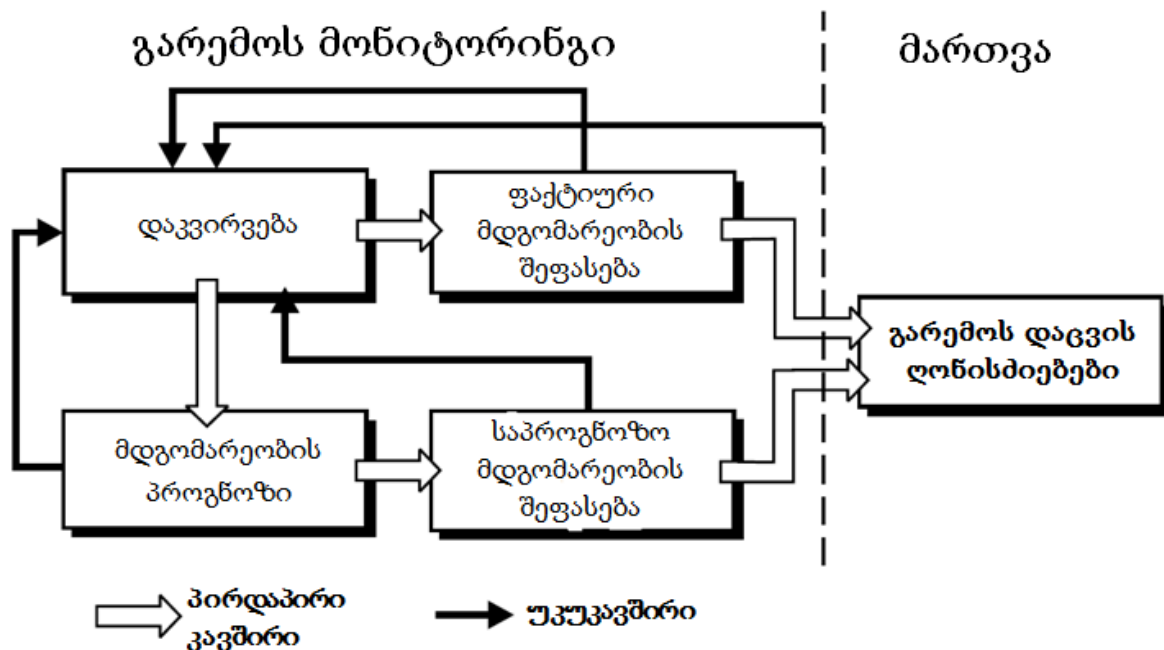
5.1. გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის არსი და მიზნები

უპირველესად განვიხილოთ რა შინაარსს ატარებს სიტყვა „მონიტორინგი“. მონიტორინგი გულისხმობს ინფორმაციის სისტემატურ შეკრებასა და დამუშავებას რომელიმე კონკრეტულ საკითხზე და მიღებული ცოდნის გამოყენებას არსებული ვითარების გასაუმჯობესებლად.

მონიტორინგი არის სპეციფიკური მაჩვენებლების მიხედვით მონაცემების შეგროვების და გაანალიზების სისტემური პროცესი, რომელიც მიზნად ისახავს მოცემული სიტუაციის/ვითარების შესწავლის და მიღებულ შედეგებზე დაყრდნობით შესაბამისი ჩარევების განხორციელებას.

გარემოს დაცვის ღონისძიებებს შორის ერთ-ერთ მთავარ საქმიანობას წარმოადგენს გარემოს მდგომარეობაზე დაკვირვება, მიღებული ინფორმაციის ანალიზი და პროგნოზირება. გარემოზე გაზრდილი ანთროპოგენული ზემოქმედების პირობებში გარემოს დაცვის საკითხები უკავშირდება გარემოს დაბინძურების მონიტორინგს.

გარემოს დაბინძურების მონიტორინგი წარმოადგენს წინასწარ დაგეგმილი პროგრამით შესრულებულ რეგულარულ დაკვირვებას გარემოს კომპონენტების - ჰაერის, წყლისა და ნიადაგის ხარისხობრივ მდგომარეობაზე.



სურათი 5.1. გარემოს მონიტორინგის სქემა

გარემოს მდგომარეობაზე მონიტორინგის საერთო კოორდინაციას ახორციელებს საქართველოს გარემოს დაცვის სამინისტრო საჯარო სამართლის იურიდიული პირის – გარემოს ეროვნული სააგენტოს მეშვეობით. გარემოს ეროვნულ სააგენტოს შემადგენლობაშია გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის დეპარტამენტი, რომლის ძირითადი ფუნქციები და მოვალეობებია:

- საქართველოს ტერიტორიაზე სხვადასხვა დონის ბუნებრივი და ანთროპოგენური დატვირთვით გამოწვეული დაბინძურების ხარისხის დადგენა, ატმოსფერულ ჰაერზე დაკვირვების სტაციონარული



პუნქტებისა და ექსპედიციების მეშვეობით ატმოსფერული ჰაერის, წყლების, ატმოსფერული ნალექების, შავი ზღვის და ნიადაგის ქიმიური, ბიოლოგიურ და მიკრობიოლოგიურ დაბინძურებაზე, აგრეთვე ბუნებრივ რადიაციულ ფონზე რეგულარული დაკვირვების წარმოება და გარემოს ფიზიკური ფაქტორების (ელექტრომაგნიტური ველი, ხმაური და ვიბრაცია) დონეების განსაზღვრა;

- გარემოს ხარისხობრივი მდგომარეობის შესახებ მონაცემთა ბაზების შექმნა და შესაბამის მონაცემთა ხარისხის კონტროლი;
- გარემოს დაბინძურების მდგომარეობის შესახებ ინფორმაციით სახელმწიფო ხელისუფლების ორგანოების და დაინტერესებული პირების უზრუნველყოფა;
- გარემოს ექსტრემალურად მაღალი დაბინძურების ფაქტების გამოსავლენად სამუშაოებში მონაწილეობის მიღება;
- საქართველოს ტერიტორიაზე ეკოლოგიური საშიშროების რისკების შეფასებასა და მოსალოდნელი ზიანის განსაზღვრაში მონაწილეობა;

ამრიგად, გარემოს დაბინძურების მონიტორინგი არის სახელმწიფო კონტროლის მექანიზმი, რომლის დროსაც ხორციელდება წინასწარ დაგეგმილი დაკვირვებები და გაზომვები ატმოსფერული ჰაერის, ზედაპირული წყლების, ატმოსფერული ნალექების, ნიადაგების მდგომარეობისა და დაბინძურების ხარისხის შეფასებისათვის.

გარემოს კომპონენტების მდგომარეობა და დაბინძურების ხარისხი რომ შევაფასოთ, უნდა არსებობდეს შესაბამისი სტანდარტი, რომელთან შედარებით გავაკეთებთ შესაბამის დასკვნებს გარემოს დაბინძურების მხრივ. საქართველოში მოქმედი ჰაერისა და ზედაპირული წყლის სტანდარტები განხილულ იქნა *თავი 2-ში გარემოსდაცვითი საქმიანობა*.

5.2. ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურების სახეები

ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურების სახეებია:

- ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევა დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან;
- ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევა დაბინძურების მობილური წყაროებიდან;
- ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევა დაბინძურების დისპერსიული წყაროებიდან;
- ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევა დაბინძურების მცირე მასშტაბის წყაროებიდან.

ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევა დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან არის საქმიანობის განხორციელების შედეგად ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა მოხვედრა ადგილზე უძრავად დამონტაჟებული სტაციონარული დაბინძურების წყაროდან ან ერთი ტექნოლოგიური ციკლით დაკავშირებულ სტაციონარულ წყაროთა ჯგუფიდან. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების სტაციონარული წყარო არის კაპიტალურად, უძრავად დამონტაჟებული დანადგარი ან შენობა-ნაგებობა, რომელიც აღჭურვილია სპეციალური გასაფრქვევი მოწყობილობით ან რომელსაც, ტექნოლოგიური პროცესის თავისებურებებიდან გამომდინარე, არ გააჩნია სპეციალური გასაფრქვევი მოწყობილობა.



სურათი 5.2. გაფრქვევა დაბინძურების სტაციონალური წყაროებიდან

ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევა დაბინძურების მობილური წყაროებიდან ნიშნავს გაფრქვევებს ყველა სახეობის სატრანსპორტო და სხვა მოძრავ-მექანიკური საშუალებებიდან.



სურათი 5.3. გაფრქვევა დაბინძურების მობილური წყაროებიდან



მაგნე ნივთიერებათა გაფრქვევა დაბინძურების დისპერსიული წყაროებიდან არის მაგნე ნივთიერებათა გაფრქვევა სპეციალური გასაფრქვევი მოწყობილობის გარეშე. ატმოსფერულ ჰაერში მაგნე ნივთიერებათა დისპერსიული წყაროებიდან გაფრქვევის სახეებია:

- ატმოსფერულ ჰაერში მაგნე ნივთიერებათა გაფრქვევა სასარგებლო წიაღისეულის მოპოვების, აფეთქების სამუშაოების განხორციელების, ნაყარების განლაგებისა და ექსპლუატაციის დროს.
- ატმოსფერულ ჰაერში მაგნე ნივთიერებათა გაფრქვევა ნაგავსაყრელების ექსპლუატაციის დროს.
- ატმოსფერულ ჰაერში მაგნე ნივთიერებათა გაფრქვევა ფხვიერი, აქროლადი და აიროვანი ნივთიერებებისა და მასალების შენახვის, ტრანსპორტირებისა და გამოყენების დროს.
- ატმოსფერულ ჰაერში მაგნე ნივთიერებათა გაფრქვევა შხამქიმიკატების, მინერალური სასუქებისა და სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების სხვა პრეპარატების შენახვის, ტრანსპორტირებისა და გამოყენების დროს.



სურათი 5.4. გაფრქვევა დაბინძურების დისპერსიული წყაროებიდან

ატმოსფერული ჰაერის მაგნე ნივთიერებებით დაბინძურების მცირე მასშტაბის წყარო არის ავტონომიურად ფუნქციონირებადი, იმ ცალკეული სახეობის დაბინძურების გადასატანი ან/და სტაციონარული წყარო, რომლის ზეგავლენა ვრცელდება გაფრქვევის წყაროს უშუალო სიახლოვეში და რომლიდანაც ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევათა შესაძლო მაქსიმალური რაოდენობა ატმოსფერული ჰაერის ხარისხზე უმნიშვნელო ზემოქმედებას იწვევს.



სურათი 5.5. გაფრქვევა დაბინძურების მცირე მასშტაბის წყაროებიდან



5.3. ჰაერის ხარისხის მონიტორინგი

ატმოსფერული ჰაერის მონიტორინგი წარმოადგენს ატმოსფერული ჰაერის მდგომარეობაზე დაკვირვებით მიღებული ინფორმაციის შეგროვების, ანალიზისა და პროგნოზირების ერთობლიობას. ატმოსფერული ჰაერის მონიტორინგი არის გარემოს მდგომარეობაზე დაკვირვების (მონიტორინგის) სისტემის ნაწილი.

გარემოს ეროვნული სააგენტოს 2016 წლის მონაცემებით საქართველოში ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის შეფასება წარმოებს შემდეგი მავნე ინგრედიენტებისათვის: PM₁₀, PM_{2.5}, ნახშირჟანგი, გოგირდის დიოქსიდი, აზოტის ოქსიდი და დიოქსიდი, NO_x და ოზონი.

გარემოს ეროვნული სააგენტოს 2016 წლის მონაცემებით საქართველოში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების მონიტორინგი წარმოებს ექვს ქალაქში: თბილისში, რუსთავეში, ზესტაფონში, ქუთაისში, ბათუმსა და ჭიათურაში. ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების უწყვეტი მონიტორინგი წარმოებს ქ. თბილისის 4 სადგურზე, ჭიათურისა და ბათუმის ავტომატურ სადგურებზე.

ცხრილი 5.1

ჰაერში მავნე ინგრედიენტების ზღვა

ინგრედიენტი	საშუალო სადღეღამისო, მგ/მ ³	მაქსიმალური ერთჯერადი, მგ/მ ³
მტვერი	0.15	0.5
გოგირდის დიოქსიდი	0.05	0.5
ნახშირჟანგი	3.0	5.0
აზოტის დიოქსიდი	0.04	0.2
აზოტის ოქსიდი	0.06	0.4
ოზონი	0.03	0.16
მანგანუმის დიოქსიდი	0.001	0.01
ტყვია	0.0003	



სურათი 5.2. გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის ქსელი, საქართველო, 2015



1. ატმოსფერული ჰაერის მავნე ნივთიერებებით დაბინძურების დასადგენად აუცილებელია შემდეგი პირობების დაცვა:

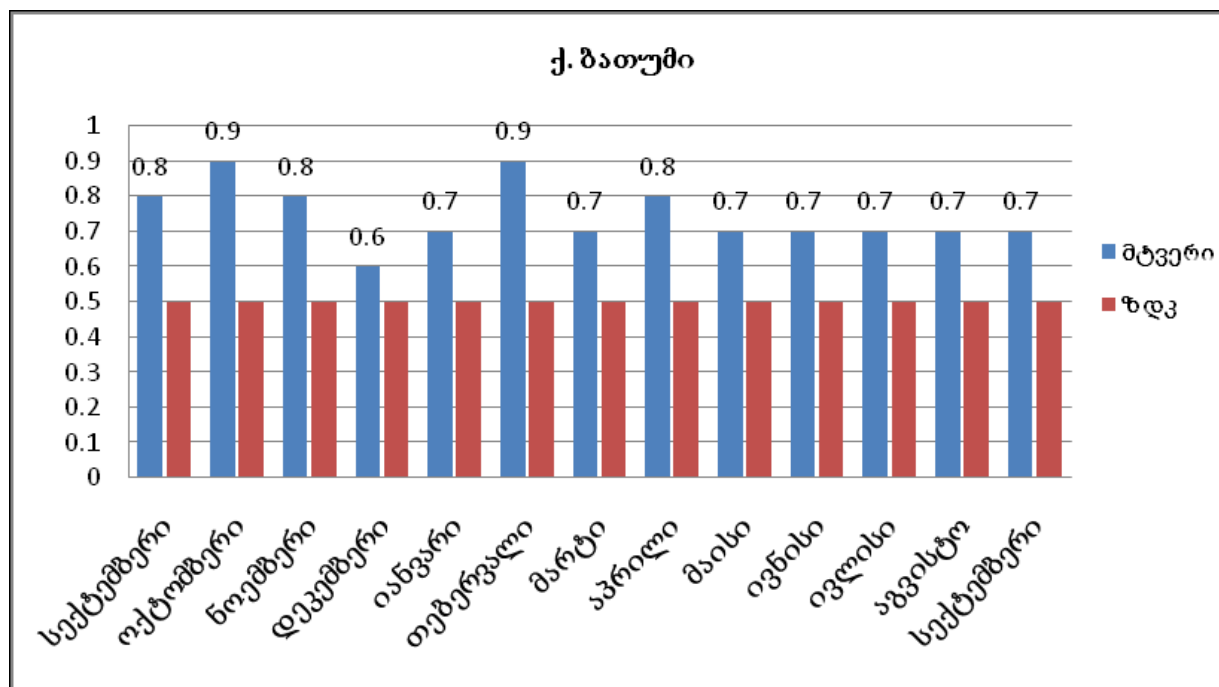
ა) ერთჯერადი სინჯის აღების ხანგრძლივობაა 20-30 წუთი;

ბ) დღე-ღამის განმავლობაში გაზომვების მინიმალური სიხშირეა ოთხი;

გ) გაზომვები უნდა ჩატარდეს ყოველდღიურად 1⁰⁰, 7⁰⁰, 13⁰⁰ და 19⁰⁰ საათებში ან უწყვეტ რეჟიმში 24 საათის განმავლობაში.

გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის დეპარტამენტის ანგარიშის მიხედვით, 2016 წლის სექტემბრის თვეში ატმოსფერული ჰაერის მონიტორინგი წარმოებდა 4 ავტომატური სადგურის საშუალებით, რომლებიც განლაგებულნი არიან წერეთლისა და ყაზბეგის გამზირებზე, ვარკეთილსა და ვაშლიჯვარში. ამ სადგურებზე იზომებოდა შემდეგი მავნე ინგრედიენტები: PM₁₀, PM_{2.5}, ნახშირჟანგი, გოგირდის დიოქსიდი, აზოტის ოქსიდი და დიოქსიდი, NO_x და ოზონი.

ქ. ბათუმში დაფიქსირებული მტვრის ერთჯერადი მაქსიმალური კონცენტრაციების ცვლილების დინამიკა თვეების მიხედვით 2015-2016 წლებში.



სურათი 5.3. მტვრის კონცენტრაცია ქ. ბათუმში, 2015-2016

როგორც სურათი 5.3-დან ჩანს, ქ. ბათუმში მტვრის ერთჯერადი მაქსიმალური კონცენტრაცია ყოველთვის მაღალია ზღვრულად დასაშვებ მაქსიმალურ კონცენტრაციასთან შედარებით. ასეთივე მდგომარეობას აქვს ადგილი ქუთაისში, მტვრის შემცველობის უფრო მაღალი მაჩვენებლების სახით. ცხრილი 5.3 და სურათი 5.4 მოცემულია რუსთავეში ჩატარებული გაზომვის შედეგები.



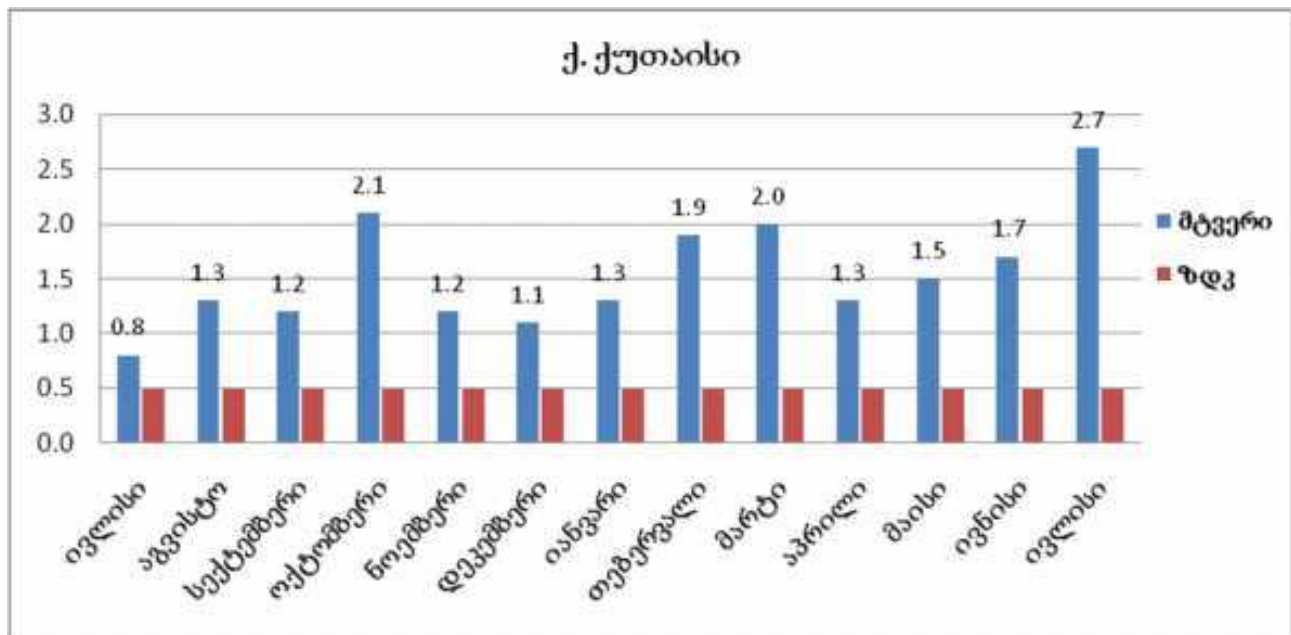
განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრი



ცხრილი 5.2

ქ. ქუთაისში 2016 წლის აგვისტოში დაფიქსირებული მაქსიმალური ერთჯერადი და
საშუალოთვიური კონცენტრაციები

დაკვირვების პუნქტი	მტვერი		აზოტის დიოქსიდი		გოგირდის დიოქსიდი		ნახშირჟანგი		აზოტის ოქსიდი		ტყვია
	მაქსიმალური ერთჯერადი კონცენტრ., მკ/მ³	საშუალო- თვიური კონცენტრ., მკ/მ³	მაქსიმალური ერთჯერადი კონცენტრ., მკ/მ³	საშუალო- თვიური კონცენტრ., მკ/მ³	მაქსიმალური ერთჯერადი კონცენტრ., მკ/მ³	საშუალო- თვიური კონცენტრ., მკ/მ³	მაქსიმალური ერთჯერადი კონცენტრ., მკ/მ³	საშუალო- თვიური კონცენტრ., მკ/მ³	მაქსიმალური ერთჯერადი კონცენტრ., მკ/მ³	საშუალო- თვიური კონცენტრ., მკ/მ³	
ჭავჭავაძის გამზირი	2,7	1,1	0,11	0,08	0,16	0,11	5,0	3,0	0,21	0,07	0,0000

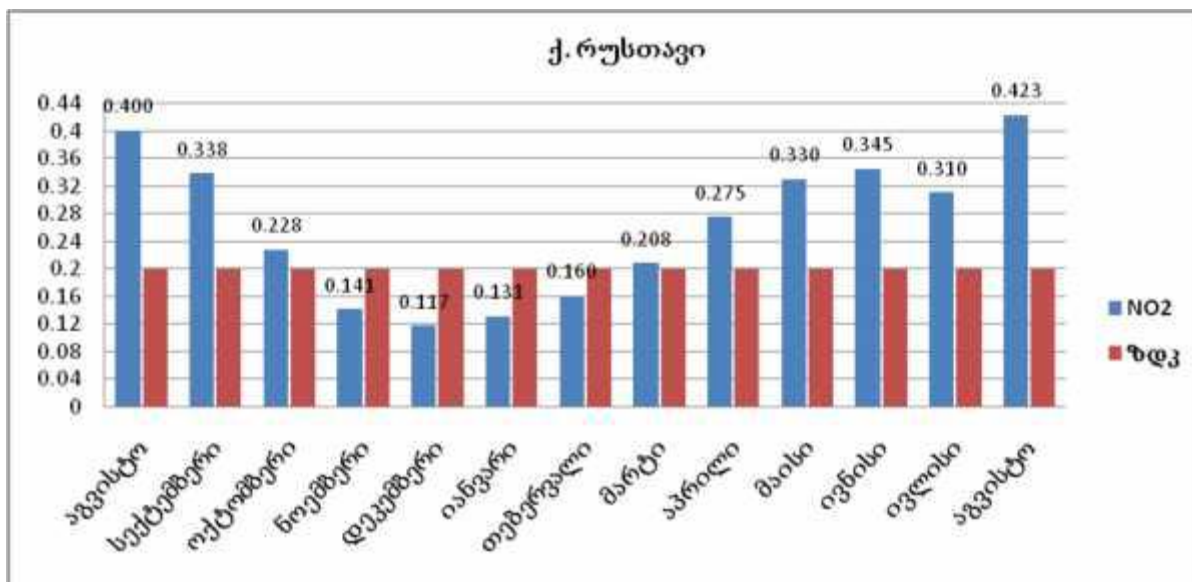


სურათი 5.4. მტვერის კონცენტრაცია ქ. ქუთაისში, 2015-2016

ცხრილი 5.3

ქ. რუსთავში 2016 წლის აგვისტოს თვეში დაფიქსირებული მაქსიმალური ერთჯერადი და
საშუალოთვიური კონცენტრაციები

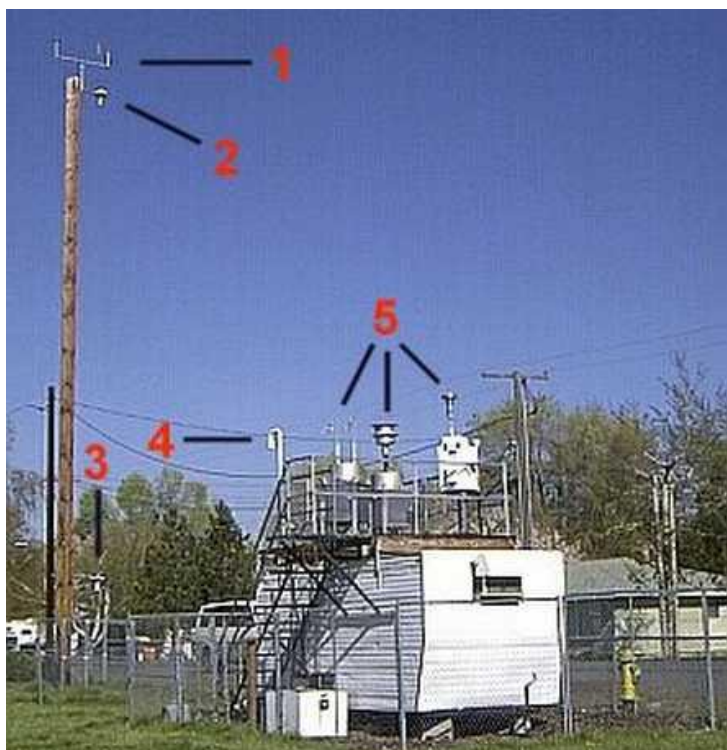
დაკვირვების პუნქტი	მტვერი		ნახშირჟანგი		აზოტის დიოქსიდი		ტყვია
	მაქსიმალური ერთჯერადი კონცენტრ., მკ/მ³	საშუალო- თვიური კონცენტრ., მკ/მ³	მაქსიმალური ერთჯერადი კონცენტრ., მკ/მ³	საშუალო- თვიური კონცენტრ., მკ/მ³	მაქსიმალური ერთჯერადი კონცენტრ., მკ/მ³	საშუალო- თვიური კონცენტრ., მკ/მ³	
ბათუმის ქუჩა	1,52	0,56	3,75	1,8	0,43	0,18	0,000



სურათი 5.4. მტვრის კონცენტრაცია ქ. რუსთავში, 2015-2016

ჰაერის მონიტორინგის ავტომატური სადგურები საშუალებას იძლევიან ავტომატურ რეჟიმში გაიზომოს ყველა საჭირო მაჩვენებელი: PM_{10} , $PM_{2.5}$, ნახშირჟანგი, გოგირდის დიოქსიდი, აზოტის ოქსიდი და დიოქსიდი, NO_x , ოზონი, ხმაურის დონე, მეტეოროლოგიური პარამეტრები: ტემპერატურა, ფარდობითი ტენიანობა, ქარის სიჩქარე და მიმართულება.

სურ. 5.5-ზე მოცემულია ჰაერის მონიტორინგის ავტომატური სადგურის ერთ-ერთი მაგალითი, სადაც: 1-მეტეოროლოგიური სენსორები, რომელიც იძლევა ქარის სიჩქარისა და მიმართულების მონაცემებს. ეს



სურათი 5.5. ჰაერის მონიტორინგის
ავტომატური სადგური

მონაცემები სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფით წარმოდგება ელექტრონულად უწყვეტი ინფორმაციის სახით.

2 და 3 - ტემპერატურის სენსორები, რომლებიც ზომავენ ჰაერის ტემპერატურას ზედა და ქვედა ფენებში. ტემპერატურის აღნიშნული მონაცემებით შესაძლებელია ვიმსჯელოთ ჰაერის სტაბილურობაზე მიწისპირა ფენაში. ტემპერატურებს შორის სხვაობა არის მნიშვნელოვანი მახასიათებელი, რამაც შესაძლებელია გამოიწვიოს ჰაერის ფენებს შორის მიმოცვლის შეზღუდვა და მავნე ნივთიერებათა დაგროვება მიწისპირა ფენაში. ასევე ისაზღვრება ბარომეტრული წნევა.

4 - ზონდი, რომელიც განსაზღვრავს ხილვადობას, რაც დაკავშირებულია კვამლისა და მტვრის ნაწილაკების წარმოქმნასთან.

5- PM_{10} და $PM_{2.5}$ ნაწილაკების განმსაზღვრელი მოწყობილობა.



**დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან
მავენი ნივთიერებათა გაფრქვევების თვითმონიტორინგი**

საქმიანობის სუბიექტი ვალდებულია უზრუნველყოს დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან მავენი ნივთიერებათა გაფრქვევების სწორი თვითმონიტორინგის წარმოება.

დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან მავენი ნივთიერებათა გაფრქვევების თვითმონიტორინგი მოიცავს:

- ა) გაფრქვევათა გაზომვას (შეფასებას);
- ბ) გაფრქვევათა აღრიცხვის წარმოებას;
- გ) გაფრქვევათა ანგარიშგების წარმოებას.

დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევების ფაქტობრივი რაოდენობა დგინდება ატმოსფერული ჰაერის მავენი ნივთიერებებით დაბინძურების კონტროლის გამოყენებითი მეთოდების საშუალებით.

ჰაერის სინჯის აღების, ხარისხის მაჩვენებლებისა და გაფრქვევათა გაზომვის საკითხები განხილულ იქნება თავი 7-ში - აირმტვერდამჭერების მომსახურება.



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რას წარმოადგენს გარემოს დაბინძურების მონიტორინგი?
2. რა პარამეტრები კონტროლდება ატმოსფერული ჰაერის ხარისხობრივი მდგომარეობის მონიტორინგის დროს?
3. რას წარმოადგენს მავენი ნივთიერებათა გაფრქვევა დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან?
4. რას წარმოადგენს მავენი ნივთიერებათა გაფრქვევა მობილური წყაროებიდან?
5. აღწერეთ ჰაერის მონიტორინგის ავტომატური სადგურის შესაძლებლობები



5.4. წყლის ხარისხის მონიტორინგი

წყლის ობიექტების მონიტორინგი მოიცავს ზედაპირული წყლების (მდინარეების, ტბების, წყალსაცავების), ზღვის სანაპირო წყლების, ჩამდინარე წყლების მონიტორინგს.

მონიტორინგი წარმოებს სხვადასხვა მაჩვენებლების მიხედვით.

წყლის ხარისხის საკონტროლო მაჩვენებლები:

1. წყლის ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები

ტემპერატურა სინჯის აღების მომენტში, °C

სუნი: 20°C-ზე ხარისხობრივად, ბალებში

60°C-ზე ხარისხობრივად, ბალებში

გემო 20°C-ზე ხარისხობრივად, ბალებში

შეფერილობა, სმ

გამჭირვალობა, სმ

2. წყლის ქიმიური შედგენილობის მაჩვენებლები

წყალბადმაჩვენებელი (pH)

შეწონილი ნაწილაკები, მგ/დმ³

წყლის მინერალიზაცია (მშრალი ნაშთი), მგ/დმ³

საერთო სიხისტე, მგ.ექვ./დმ³

ქრომი (Cr⁶⁺), მგ/დმ³

საერთო რკინა, მგ/დმ³

მანგანუმი, მგ/დმ³

ქლორიდები, მგ/დმ³

სულფატები, მგ/დმ³

პოლიპოლიფოსფატები, მგ/დმ³

თუთია, მგ/დმ³

სპილენძი, მგ/დმ³

ტუტთანობა, მგ.ექვ./დმ³

3. წყლის ხარისხის სანიტარული მაჩვენებლები

ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილება (ჟბმ), სრული, მგ/დმ³

ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილება (ჟქმ), მგO/დმ³

პერმანგანატული ჟანგვალობა, მგO/დმ³

ზედაპირული აქტიური ნივთიერება (ზან), ჯამურად, მგ/დმ³

ამონიუმის მარილები, მგ/დმ³

ნიტრატები, მგ/დმ³

ნიტრიტები, მგ/დმ³

4. წყლის ბიოლოგიური მაჩვენებლები

საპროფიტული ბაქტერიების რიცხვი 1სმ³

ლაქტოზოდადებითი ნაწლავური ჩხირების რიცხვი 1დმ³

ნაწლავური ინფექციის გამომწვევი (სალმონელა, ენტეროვირუსი) 1დმ³

პოლიფაგების რიცხვი 1დმ³

ენტეროკოკების რიცხვი 1დმ³

ფიტოპლანქტონი, მგ/დმ³

აღნიშნული მაჩვენებლების განსაზღვრა უამრავი სხვადასხვა სახის ანალიზების ჩატარებას მოითხოვს. სწორი შედეგების მისაღებად მნიშვნელოვანია არა მარტო შესაბამისი ანალიზის სწორად ჩატარება, არამედ თავად წყლის სინჯის აღება.



შესაბამისად არსებობს წყლის სინჯის აღების წესები, რომლის დაცვა სანდო შედეგების მიღების აუცილებელ პირობას წარმოადგენს.

განვიხილოთ სინჯების აღების სტანდარტული წესები.

5.4.1. სინჯის სახეები, აღების სანიტარული წესები, ანალიზისათვის საჭირო რაოდენობა, ტრანსპორტირება და შენახვის წესები

სინჯის სახეები

არჩევენ წერტილოვან (მარტივი), შედგენილ (შერეული) და ბაქტერიოლოგიურ სინჯის სახეებს.

წერტილოვანი სინჯი არის წყლის მასიდან ცალკეულად აღებული, დამოუკიდებელი (დროსა და/ან ადგილთან მიმართებაში) სინჯი.



სურათი 5.6. წყლის სინჯის სახეები

შედგენილი სინჯი არის ცნობილი პროპორციებით შერეული ორი ან მეტი სინჯი ან მათი ნაწილები გასაშუალებული შედეგების მისაღებად.

ბაქტერიოლოგიური სინჯი არის ბაქტერიოლოგიური ანალიზისათვის სტერილურ კონტეინერში ასეპტიკურად აღებული სინჯი, აღებისა და შენახვის სათანადო წესების დაცვით.

წყლის სინჯის აღების ტიპები

წყლის სინჯის აღების ტიპებია: წერტილოვანი, პერიოდული, უწყვეტი, სერიული, შედგენილი და დიდი მოცულობის.

1. წერტილოვანი სინჯის აღება წარმოებს წყლის არაერთგვაროვანი ნაკადისა და განსასაზღვრი მაჩვენებლების ცვალებადობისას, ხელით ან ავტომატურად, წყლის ზედაპირიდან, განსაზღვრულ სიღრმეზე ან ფსკერიდან, მოცემულ დროსა და ადგილზე წყლის ხარისხის დადგენის მიზნით. წერტილოვან სინჯს ღებულობენ ერთჯერადი აღებით. მისი ანალიზი გვიჩვენებს წყლის შემადგენლობას მოცემულ მომენტში ერთ ადგილზე.



სურათი 5.7. წყლის სინჯის აღების პროცესი

წერტილოვანი სინჯის აღება მიზანშეწონილია:



ა) წყლის ობიექტის შესაძლო დაბინძურების გამოკვლევის, დაბინძურების ხარისხისა და დამაბინძურებლის არსებობის მომენტის დადგენისათვის (მაჩვენებლების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციების მიხედვით);

ბ) ისეთი არამდგრადი პარამეტრების განსაზღვრისათვის, როგორცაა: გახსნილი გაზების კონცენტრაცია, ნარჩენი ქლორი, ხსნადი სულფიდები და სხვა.

2. პერიოდული სინჯები შესაძლებელია იყოს: დროზე, წყლის მოცულობასა და ნაკადზე დამოკიდებული.

ა) დროზე დამოკიდებული პერიოდული სინჯის აღება წარმოებს ერთი ან რამდენიმე ჭურჭლით, ერთსა და იმავე დაფიქსირებულ დროში (დროის საზომი ხელსაწყო გამოყენებით), თითოეული სინჯის ასაღებ ჭურჭელში უნდა მოხდეს ერთი და იმავე დადგენილი მოცულობის აღება. აღების დრო შესაძლებელია დამოკიდებული იყოს განსასაზღვრ მაჩვენებლებზე;



სურათი 5.7. დროზე დამოკიდებული და ნაკადზე დამოკიდებული წყლის სინჯები

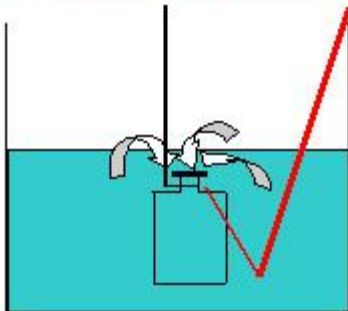
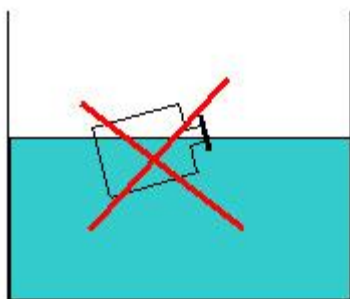
ბ) ნაკადზე დამოკიდებული პერიოდული სინჯის აღება წარმოებს, დროის ერთსა და იმავე ინტერვალში, სხვადასხვა მოცულობით. მოცულობა დამოკიდებულია ნაკადზე. სინჯის აღების ეს მეთოდი გამოიყენება, თუ წყლის შედგენილობის ცვალებადობა და ნაკადის სიჩქარე არ არის ერთმანეთზე დამოკიდებული;

გ) მოცულობაზე დამოკიდებული პერიოდული სინჯის აღება წარმოებს წყლის ნაკადის მოცულობის თითოეული ერთეულისათვის, დროისაგან დამოუკიდებლად. ეს მეთოდი გამოიყენება, თუ წყლის შედგენილობის ცვალებადობა და ნაკადის სიჩქარე არ არის ერთმანეთზე დამოკიდებული.

3. უწყვეტი სინჯის აღება წარმოებს უფრო ზუსტი შედეგების მისაღებად ნაკადის როგორც მუდმივი, ისე ცვალებადი სიჩქარის დროს, ხელით ან ავტომატურად.

4. სერიული სინჯის აღება წარმოებს წყლის ობიექტის სიღრმისა და ფართობის პროფილის მიხედვით.

ა) სიღრმის პროფილის მიხედვით აღებული სინჯები წარმოადგენს წყლის სინჯების სერიას, რომლის აღება წარმოებს კონკრეტულ ადგილასა და საკვლევი წყლის სხვადასხვა სიღრმეზე;



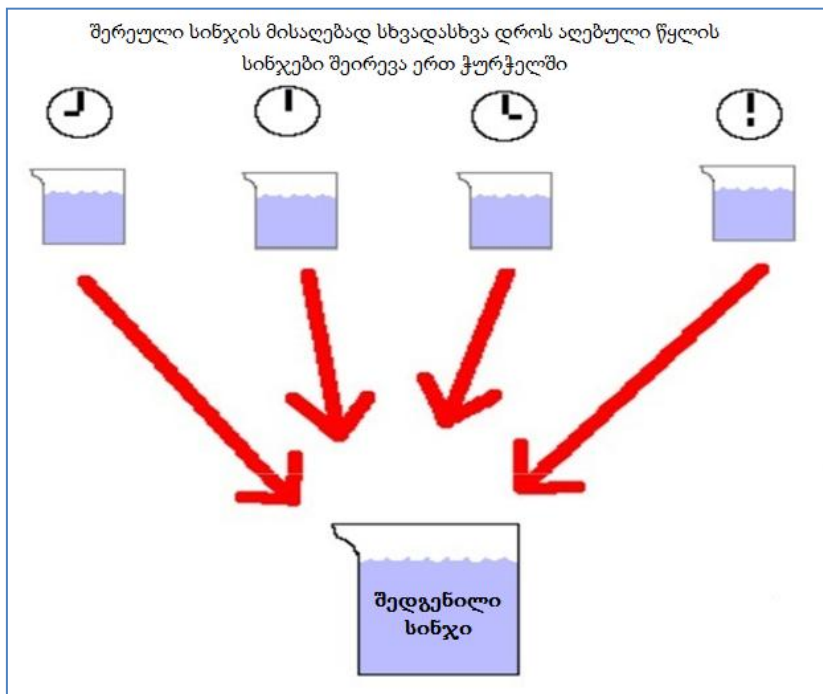
სურათი 5.9. წყლის სინჯის აღების წესი

ბ) ფართობის პროფილის მიხედვით აღებული სინჯები წარმოადგენს წყლის სინჯების სერიას, რომლის აღება წარმოებს სხვადასხვა ადგილზე და განსაზღვრულ სიღრმეზე.

5. შედგენილი სინჯის აღება წარმოებს როგორც ხელით, ისე ავტომატურად და დამოკიდებული არ არის სინჯის აღების მეთოდზე. იგი გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც აუცილებელია წყლის შედგენილობაზე გასაშუალებული მონაცემების მიღება. შედგენილ სინჯს იღებენ ერთსა და იმავე ადგილზე, მაგრამ სხვადასხვა დროის მონაკვეთებში. შერეული ნიმუშის აღება არ არის რეკომენდებული დღე-ღამეზე უფრო ხანგრძლივი დროის მანძილზე.

6. დიდი მოცულობის 50 დმ³-დან რამდენიმე კუბურ მეტრამდე სინჯების აღება წარმოებს განსაზღვრი მაჩვენებლიდან გამომდინარე, დიდი მოცულობის ჭურჭლითა (მაგ. ცისტერნით) და წყლის არსებული მოცულობის ფილტრში გატარებით (მაგ. ონური მიმოცვლის ან გააქტივებული ნახშირის ფილტრში – ზოგიერთი პესტიციდების განსაზღვრისათვის). აღებისას რამდენიმე ფილტრის გამოყენების შემთხვევაში სინჯი ითვლება შედგენილ სინჯად.

სინჯის აღების მეთოდის შერჩევა უნდა



სურათი 5.10. წყლის შედგენილი სინჯის აღება



ჩატარდეს წყლის ტიპის, სინჯის აღების სიღრმის, კვლევის მიზნისა და განსასაზღვრი მაჩვენებლების ჩამონათვალის მიხედვით, იმ გაანგარიშებით, რომ გამოირიცხოს (ან მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი) სინჯის აღების პროცესში განსასაზღვრი მაჩვენებლების შესაძლო ცვლილებები.

ღია წყალნაკადიდან აღებულ უნდა იქნეს ტიპური სინჯი, უფრო ხშირად წერტილოვანი, აღებისათვის შერჩეულ უნდა იქნეს მძაფრი დინების მონაკვეთები, სადაც ნაკადები კარგად ერევა ერთმანეთს.

ღია წყალსატევების წყლის ხარისხის დასახასიათებლად, სინჯები აღებულ უნდა იქნეს სხვადასხვა მონაკვეთსა და სიღრმეზე.

მილსადენიდან სინჯის აღების დროს სინჯამღები უნდა მოთავსდეს ნაკადის დინების ქვევით. აღების საუკეთესო ადგილებია ტურბულენტური ნაკადის მონაკვეთები, როგორიცაა F-ის მაგვარი სარქველები, მოხრილობები და სხვა, მიღების ამ მონაკვეთებში წყლის უკეთესი შერევის გამო.



სურათი 5.11. მილსადენიდან წყლის სინჯის აღების პროცესი

აღებული სინჯის მოცულობა უნდა შეესაბამებოდეს ნორმატიული დოკუმენტით დადგენილი კონკრეტული მაჩვენებლის განსაზღვრის მეთოდს, განსასაზღვრავი მაჩვენებლების რაოდენობისა და მათი განმეორებითი გამოკვლევების ჩატარების შესაძლებლობის გათვალისწინებით.

წყლის ქიმიური და ბიოლოგიური ანალიზისათვის რეკომენდებულია სინჯების ცალ-ცალკე აღება, რადგან სინჯის წინასწარი დამუშავებისა და განსაზღვრის მეთოდები, ასევე, ასაღები მოწყობილობები განსხვავებულია. ასევე, სინჯის დაბინძურების რისკის შესამცირებლად სასურველია თითოეული განსასაზღვრი კომპონენტისთვის შესაბამისი ჭურჭლის გამოყენება.



სურათი 5.12. წყლის სინჯის შენახვისათვის გამოყენებული ჭურჭელი



წყლის ფიზიკურ-ქიმიური მაჩვენებლების კვლევისას აუცილებელია ჭურჭლის შევსება საცობამდე, საცობის ქვეშ ჰაერის არ არსებობა ამცირებს ტრანსპორტირების დროს ჭურჭლის შიგთავსის შენჯღრევის შესაძლებლობას.

მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლების კვლევისას ჭურჭელი (ავტოკლავში წინასწარ გასტერილებული) არ უნდა გაივსოს ბოლომდე, რათა თავიდან აცილებულ იქნეს სინჯის შემთხვევითი დაბინძურება და კვლევის წინ შესაძლებელ იქნეს სინჯის მსუბუქი შერევა. ჭურჭელი იმ სინჯებით, რომელთა კონსერვაცია ხდება გაყინვით, არ უნდა გაივსოს ბოლომდე.

არასრული ანალიზისათვის, როცა ისაზღვრება მხოლოდ რამოდენიმე სახის კომპონენტები, საკმარისია 1 ლ წყლის აღება. უფრო დაწვრილებითი ანალიზის დროს 2 ლ წყალი, სრული ანალიზისათვის კი აუცილებელია უფრო მეტი მოცულობის წყლის აღება (თითოეული კომპონენტის ანალიზის მსვლელობაში მითითებულია საჭირო რაოდენობის წყლის შესახებ). მიკრობიოლოგიური მაჩვენებლების კვლევისას საჭირო ასაღები სინჯის მოცულობა შეადგენს 0,5 ლ-ს. ამოსაღები მოწყობილობით იღებენ საჭირო რაოდენობის წყალს 0,2-0,5 მ სიღრმიდან, ასხამენ შესაბამის ჭურჭლებში და მჭიდროდ (ჰერმეტიულად) ახურავენ თავს. სინჯს უკეთებენ ეტიკეტს, რომელზეც აღნიშნული უნდა იქნეს წარმოდგენილი ინფორმაცია.

ა) სინჯი №

ბ) სინჯის აღების თარიღი, დრო და ადგილი;

გ) სინჯის აღების მეთოდი და რაოდენობა;

დ) სინჯის აღწერა და მათი განლაგება;

ე) გარემოს კლიმატური პირობები;

ვ) სინჯის შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდები;

ზ) კვლევის მიზანი;

თ) სხვა მონაცემები სინჯის აღების მიზნიდან გამომდინარე;

ი) ამღები პირის ვინაობა.

მოწყობილობები წყლის სინჯის აღებისათვის

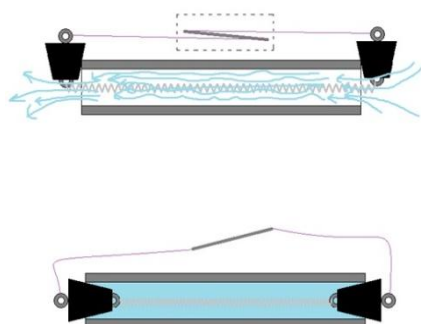
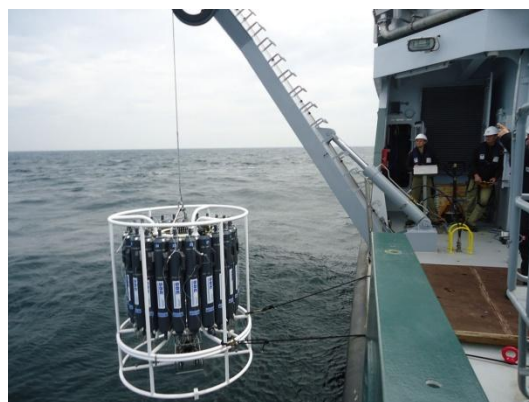
მდინარეებზე, ტბებზე, ზღვებსა და ოკეანეებში სინჯის აღება დიდ სიღრმეებზე ხდება სპეციალური მოწყობილობების გამოყენებით.



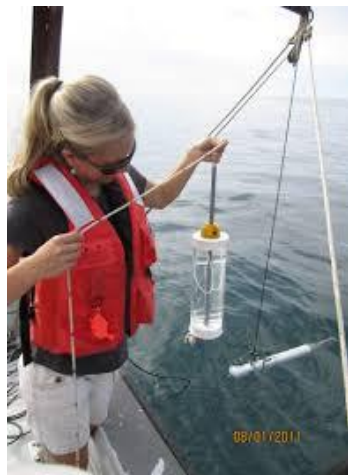
სურათი 5.13. მცირე სიღრმეებიდან სინჯის აღების მარტივი მოწყობილობა



სურათი 5.14. სინჯის აღება მცირე სიღრმეებიდან



სურათი 5.14. ტბებში, მდინარეებზე, ზღვებსა და ოკეანეებში
დიდ სიღრმეებზე სინჯის აღების მოწყობილობები



სურათი 5.15. სინჯის აღება დიდი სიღრმეებიდან

სინჯის ტრანსპორტირება და შენახვის წესები

წყლის სინჯების ერთ-ერთი დამახასიათებელი თვისებაა მათი არამუდმივი-ცვალებადი შედგენილობა. უმრავლესი კომპონენტების განსაზღვრა უნდა მოხდეს მაშინვე ახალ აღებულ სინჯში, რათა არ მოხდეს იონების წონასწორობის დარღვევა, გახსნილი გაზების დაკარგვა, ორგანული ნივთიერებების დაშლა, რომლებიც გამოწვეულია მიკროორგანიზმებით. ამიტომ უნდა შემცირდეს დრო სინჯის აღებასა და ანალიზს შორის. არსებობს „საველე ლაბორატორია“, მაგრამ უფრო ზუსტი ანალიზების ჩასატარებლად საველე ლაბორატორიაში მისი გაკეთება არ არის მიზანშეწონილი.



სურათი 5.16. „საველე ლაბორატორიები“ წყლის სინჯის ანალიზისათვის



სინჯების ტრანსპორტირება უნდა ხდებოდეს სწრაფად და ფრთხილად; წყლის სინჯების ტრანსპორტირებისა და შენახვის დროს დაცულ უნდა იქნეს უსაფრთხოების აუცილებელი ზომები, სინჯის ალბიდან ანალიზამდე პერიოდში მიმდინარე ფიზიკურ-ქიმიური, ქიმიური და ბიოლოგიური რეაქციებისა და მიღებული შედეგების რეალურისაგან განსხვავების თავიდან აცილების მიზნით.



სურათი 5.17. სინჯების შენახვა და წყლის ანალიზის ლაბორატორია

ტრანსპორტირების დროს საჭიროა ბოთლების ჩადგმა ყუთში, სადაც ბოთლებს შორის არის ჩადებული დამცავი საშუალებები (რეზინა, ქეჩა ან სხვა). საცობი უნდა იყოს მაგრად დაცული, ტრანსპორტირებისას სინჯები უნდა დავიცვათ გახურებისაგან და ატმოსფერული ჰაერისაგან, ამიტომ ბოთლები უნდა იყოს პირამდე სავსე, ჰაერის ბუშტუკების გარეშე.

მიზანშეწონილია სინჯის მიტანა ლაბორატორიაში იმავე დღეს, როცა მოხდა მისი აღება. თუ ლაბორატორიაში სინჯები მიტანილია ალბიდან რამდენიმე დღის შემდეგ, მაშინ ანალიზის გაკეთებას აზრი არ აქვს, რადგან მიღებული პასუხები არასაიმედო იქნება.

თუ სინჯების გამოკვლევა ლაბორატორიაში მიტანისთანავე შეუძლებელია, იგი შენახულ უნდა იქნეს ისეთ პირობებში, რომ გამოირიცხოს გარედან დაბინძურების შესაძლებლობა და შედგენილობის ნებისმიერი ცვლილება.

აღებული სინჯების შესანახად მომზადებისათვის შერჩეული მეთოდი უნდა შეესაბამებოდეს კონკრეტული მაჩვენებლის განსაზღვრის იმ მეთოდს, რომელიც დადგენილია ნორმატიული დოკუმენტით. ამავე დროს, თუ განსაზღვრის მეთოდზე ნორმატიულ დოკუმენტში მითითებულია სინჯის შენახვის პირობები, დაცულ უნდა იქნეს ნორმატიული დოკუმენტით რეგლამენტებული პირობები. წყლის სინჯის შენახვის ხანგრძლივობაზე გამოცდის ოქმში უნდა გაკეთდეს შესაბამისი აღნიშვნა.

სინჯის შენახვის ვადები. ხანგრძლივი დროით სინჯის შენახვა დასაშვებია, მაგრამ გამოიყენება მხოლოდ ცალკეული მაჩვენებლებისათვის. განსაზღვრის მაჩვენებლის მიხედვით ადგენენ სინჯის შენახვის მეთოდს და ვადას. საქართველოში მოქმედი ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნები იხილეთ ცხრილები 5.4 და 5.5.

სინჯების შესანახად, ტექნიკური რეგლამენტის მოთხოვნების შესაბამისად, შესაძლებელია ჩატარდეს კონსერვაცია ან გაცივება (გაყინვა).

სინჯების კონსერვაცია უნდა წარმოებდეს გარკვეული ქიმიური ნაერთების (მჟავები, ტუტეები, ბიოციდები) დამატებით წინასწარ, ცარიელ ჭურჭელში ან სინჯის ალბის შემდეგ. ზოგიერთ შემთხვევაში, მაგალითად, ჟანგბადის, ციანიდების, სულფიდების განსაზღვრისათვის აუცილებელია სინჯის ფიქსაცია ალბის ადგილზე.

ნიმუშები უნდა იყოს შენახული მაცივარში 2-5°C ტემპერატურაზე (ან გაყინული მინუს 20°C-ზე), იქედან კი გამოღებული მხოლოდ ანალიზის დაწყების წინ. ამ დროს გამოიყენება პლასტიკური მასალისაგან დამზადებული ჭურჭელი. ანალიზი იწყება მაშინ, როცა სინჯის ტემპერატურა გაუტოლდება ოთახის ტემ-



განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრი



პერატურას. დაუშვებელია გაცივებული სინჯის დიდი ხნით შენახვა, განსაკუთრებით კი ჩამდინარე წყლის სინჯისა. ასევე დაუშვებელია ბაქტერიოლოგიური ანალიზისათვის და აქროლადი ორგანული ნივთიერებების განსაზღვრისათვის აღებული სინჯების გაყინვა.

ქიმიური შედგენილობისა და ხარისხის სანიტარული მაჩვენებლებისათვის:
მჟავიანობა, ბრომატები, ქლორიდები, ელექტროგამტარობა, ფტორიდები, ნიტრატები, ნიტრიტები, სულფატები, მძიმე ლითონები, სილიციუმი, საერთო სიხისტე, მინერალიზაცია, მშრალი ნაშთი.

ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებისათვის:
ფერი, სიმღვრივე.

სინჯის ასაღებად გამოყენებული ჭურჭელი



სტერილური 125 ან 150 მლ პლასტმასის ბოთლი

შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდები
ძირითადად – გაცივება 2-5° C-მდე.
(დააზუსტეთ მოქმედი სტანდარტის გამოყენებით)

შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადა
ქიმიური მაჩვენებლების ანალიზის უმეტესობისათვის მოითხოვება სინჯის დაყოვნების მცირე დრო.
სასურველია, რომ სინჯის მიტანა ლაბორატორიაში მოხდეს სინჯის აღების დღესვე.
(აღნიშნული მაჩვენებლები განსაზღვრეთ მოქმედ სტანდარტზე დაყრდნობით)

სურათი 5.18. პლასტმასის ჭურჭელით სინჯების აღების, შენახვისა და კონსერვაციის მოკლე მითითებები

ქიმიური შედგენილობისა და ხარისხის სანიტარული მაჩვენებლებისათვის:
ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილება, ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილება, პერმანგანატული ჟანგვადობა, ბენზოლი, ჰიდრაზინი, იოდიდები, ცხიმები, ზეთები, ნახშირწყალბადები, ქლორის ორგანული ნარჩენები, პესტიციდები, ზან.

ორგანოლექტიკური მაჩვენებლებისათვის:
სუნი, გემო.

გამოყენებული ჭურჭელი



სტერილური მინის ბოთლი

შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდები
აღნიშნული მაჩვენებლები განსაზღვრეთ მოქმედ სტანდარტზე დაყრდნობით.

შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადა
აღნიშნული მაჩვენებლები განსაზღვრეთ მოქმედ სტანდარტზე დაყრდნობით.

სურათი 5.19. მინის ჭურჭელით სინჯების აღების, შენახვისა და კონსერვაციის მოკლე მითითებები



ცხრილი 5.4

სინჯების შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდები ორგანოლეპტიკური მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის					
მაჩვენებლების დასახელება	სინჯების აღების და შენახვისათვის გამოყენებული ჭურჭლის მასალა	შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდები	შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადა	მაჩვენებლების განსაზღვრის ადგილი	შენიშვნა
1	2	3	4	5	6
სუნი	მინა	გაცივება 2-5 ⁰ C-მდე	6 სთ	ლაბორატორია	დასაშვებია სინჯის აღების ადგილზე განსაზღვრა
გემო	მინა	გაცივება 2-5 ⁰ C-მდე	2 სთ	ლაბორატორია	—
ფერი (ან ფერიანობა)	პოლიმერული მასალა ან მინა	—	—	სინჯის აღების ადგილზე	—
		გაცივება 2-5 ⁰ C-მდე და შენახვა ბნელ ადგილას	24 სთ	ლაბორატორია	—
სიმღვრივე	პოლიმერული მასალა ან მინა	—	24 სთ	ლაბორატორია	უმჯობესია განსაზღვრა ჩატარდეს სინჯის აღების ადგილზე

ცხრილი 5.5

სინჯების შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდები განზოგადებული მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის					
მაჩვენებლების დასახელება	სინჯების აღების და შენახვისათვის გამოყენებული ჭურჭლის მასალა	შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდები	შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადა	მაჩვენებლების განსაზღვრის ადგილი	შენიშვნა
1	2	3	4	5	6
წყალბადიონის მაჩვენებელი pH	პოლიმერული მასალა ან მინა	—	—	სინჯის აღების ადგილზე	განსაზღვრა უნდა ჩატარდეს რაც შეიძლება სწრაფად და უმჯობესია აღების ადგილზე
		ტრანსპორტირება სინჯის აღების ტემპერატურის უფრო დაბალ ტემპერატურაზე	6 სთ	ლაბორატორია	
საერთო მინერალიზაცია, მშრალი ნაშთი	პოლიმერული მასალა ან მინა	გაცივება 2-5 ⁰ C- მდე	24 სთ	ლაბორატორია	—
საერთო სიხისტე	პოლიმერული მასალა ან მინა	—	24 სთ	ლაბორატორია	დასაშვებია 48 სთ-ის განმავლობაში შენახვა, გარდა სინჯებისა 70-ზე მაღალი ხვედრითი ელექტროგამტარობით დაუშვებელია გოგირდმჟავას გამოყენება



1	2	3	4	5	6
პერმანენტული ჟანგვადობა	მინა	შემჟავება გოგირდმჟავათი pH <2-მდე, გაცი-ვება 2-5 ⁰ C -მდე	2 დღე-ღამე	ლაბორატო რია	განსაზღვრა უნდა ჩატარდეს რაც შეიძლება სწრაფად
	პოლიმერული მასალა	გაცივება მინუს 20 ⁰ C- მდე	1 თვე	ლაბორატო რია	
ფენოლის ინდექსი	ბოროსილიკატუ რი მინა	1დმ ³ სინჯზე 1გრ სპილენძის სულ- ფატის დამატება და შემჟავება ფოსფორ- მჟავათი pH<2-მდე, შენა-ხვა სიბნელეში 5- 10°C ტემპერატურაზე	24 სთ	ლაბორატო რია	შენახვის პირობების შერჩევა ხდება მაჩვენებლების მიხედვით
მჟავიანობა და ტუტეიანობა	პოლიმერული მასალა	გაცივება 2-5 ⁰ C -მდე	24 სთ	ლაბორატო რია	უმჯობესია განსაზღვრებების ჩატარება სინჯის აღების ადგილზე (განსაკუთრებით გახსნილი გაზების მაღალი კონცენტრაციის მქონე სინჯებისათვის)
ჟმბ (ჟანგბადის ბიოქიმიური მოხმარება)	მინა	—	24 სთ	ლაბორატო რია	—
ჟქმ (ჟანგბადის ბიოქიმიური მოხმარება)	მინა	შემჟავება გოგირდმჟავათი pH <2-მდე, გაცივება 5- 10 ⁰ C მდე, შენახვა სიბნელეში	5 დღე-ღამე	ლაბორატო რია	—
	პოლიმერული მასალა	გაცივება -20 ⁰ C- მდე	1 თვე	ლაბორატო რია	
ხვედრითი ელექტრო გამტარობა	პოლიმერული მასალა ან მინა	გაცივება 2-5 ⁰ C- მდე	24 სთ	ლაბორატო რია	უმჯობესია განსაზღვრებების ჩატარება სინჯის აღების ადგილზე
შეწონილი და დასაღეჭი ნივთიერებე ბი		—	24 სთ	ლაბორატო რია	განსაზღვრებები უნდა ჩატარდეს რაც შეიძლება სწრაფად. უმჯობესია განსაზღვრებების ჩატარება სინჯის აღების ადგილზე.

წყლის სინჯების შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდები ქიმიური მაჩვენებლების განსაზღვრისათვის იხილეთ ტექნიკურ რეგლამენტში - წყლის სინჯის აღების სანიტარიული წესები (საქართველოს მთავრობის დადგენილება N 26. 2014 წლის 3 იანვარი).



სინჯის აღების ზოგადი მითითებები

ამრიგად, შეგვიძლია ჩამოვაყალიბოთ სინჯის აღების ზოგადი მითითებები:

- ყურადღებით შეისწავლეთ სინჯის აღების მოთხოვნები, რომელშიც აღწერილია რომელი პარამეტრის ანალიზისათვის ხდება სინჯის აღება, გარკვეულია შერჩევისადგილი, ასაღები სინჯის ტიპი, მოცულობა და რაოდენობა.
- ყურადღება მიაქციეთ თუ როგორი ტიპის სინჯის უნდა აიღოთ: წერტილოვანი, პერიოდული, უწყვეტი, სერიული, შედგენილი და დიდი მოცულობის. იმომქედეთ მოქმედი სტანდარტის შესაბამისად.
- მოქმედი სტანდარტის გამოყენებით შეარჩიეთ ჭურჭელი სინჯისათვის. სინჯის აღების შეამოწმეთ სინჯის აღების მოწყობილობა, განსაზღვრეთ სინჯის კონსერვაციისათვის საჭირო რეაქტივები. განსაზღვრეთ სინჯის ლაბორატორიაში მიტანის დრო. სინჯის დაყოვნების დრო ათვლება სინჯის აღების მომენტიდან ლაბორატორიულ ანალიზის დაწყების მომენტამდე.
- სინჯისნიმუშები აიღეთ ადგილიდან, სადაც არ არის მტვრი ან სხვა დაბინძურების წყარო.
- აიღეთ სინჯის ინსტრუქციის შესაბამისად. ჭურჭელზე ან მის ეტიკეტზე მარკერით დააწერეთ სინჯის ნომერი. შესაბამისი ნომერი გადაიტანეთ ოქმში.
- მოქმედი სტანდარტის გამოყენებით შეარჩიეთ სინჯის კონსერვაციით მეთოდი. მჟავები და ფუძეები, რომლებიც გამოიყენებიან სხვადასხვა ტიპის სინჯის შენახვისათვის (კონსერვაციისათვის), წარმოადგენენ აგრესიულ ნივთიერებებს და მათთან მუშაობის დროს უნდა დავიცვათ უსაფრთხოების წესები. ბოთლის ან ამპულის გახსნას აწარმოებენ ფრთხილად, სახესთან დაშორებით. მჟავის ნეიტრალიზაციისათვის გამოიყენება სასმელი სოდის ხსნარი.
- შეავსეთ სინჯის აღების ოქმი, სადაც მითითებული იქნება შემდეგი ძირითადი ინფორმაცია

ა) სინჯი №

ბ) სინჯის აღების თარიღი, დრო და ადგილი;

გ) სინჯის აღების მეთოდი და რაოდენობა;

დ) სინჯის აღწერა და მათი განლაგება;

ე) გარემოს კლიმატური პირობები;

ვ) სინჯის შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდები;

ზ) კვლევის მიზანი;

თ) სხვა მონაცემები სინჯის აღების მიზნიდან გამომდინარე;

ი) ამღები პირის ვინაობა.

ნებისმიერი სახის წყლის სინჯის აღების შესახებ ანგარიში უნდა გაფორმდეს ოქმის სახით. ოქმის რამოდენიმე მაგალითი წარმოდგენილია ქვემოთ.



სასმელი წყლის სინჯის აღების ოქმი

სინჯის აღების მიზანი _____

თარიღი: დღე _____ თვე _____ წელი _____

აღების დრო: დასაწყისი _____ დასასრული _____

ამინდი (ნალექების რაოდენობა, ღრუბლიანობა და სხვა) _____

ჰაერის ტემპერატურა _____

წყლის ტემპერატურა _____

წყაროს ან ჭაბურღილის ხარჯის აღრიცხვა _____

გამწმენდი ნაგებობები და მოწყობილობები : _____

წყლის დამუშავების მეთოდები:

წყლის დამუშავების მეთოდები (დაჟანგვა, შერბილება და სხვა) _____

დეზინფექცია _____

სხვა დანადგარები და მოწყობილობები _____

სინჯის აღების ადგილზე ჩასატარებელი განსაზღვრებები

ფერი	სუნი	გემო	pH	განსნილი ქანგაძი	ქლორი	ოზონი	მჟავიანობა (ტუტიანობა)	ნახშირ- ორჟანგი	ელექტრო გამტარობა
------	------	------	----	---------------------	-------	-------	---------------------------	--------------------	----------------------

სინჯების დამუშავებისა და კონსერვაციის მეთოდები _____

შენიშვნა: _____

სინჯის ამღები ოპერატორის ვინაობა (სახელი, გვარი) _____



**სამრეწველო და საყოფაცხოვრებო ნახმარი წყლების
სინჯების აღების ოქმი**

სინჯის აღების მიზანი _____

აღების თარიღი _____ დღე _____ თვე _____ წელი _____

აღების ადგილი _____

აღების მეთოდი: _____

დროის მიხედვით შედგენილი ნიმუში _____

დინების მიხედვით შედგენილი ნიმუში _____

სინჯის ასაღები მოწყობილობის ტიპი _____

სინჯებს შორის ინტერვალი ან ნაკადი _____

წუთი ან მ³

წერტილოვანი სინჯების მოცულობა _____

აღების დასაწყისი _____

თარიღი და დრო

აღების დასასრული _____

თარიღი და დრო

შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდი _____

გაზომვები სინჯის აღების ადგილზე

განსაზღვრა	შედეგი	გაზომვის ერთეული	დრო

ხარისხზე კონტროლი _____

სინჯის ამღები ოპერატორის ვინაობა (სახელი, გვარი) _____

შენიშვნა _____



მდინარიდან და წყალნაკადებიდან წყლის სინჯის აღების ოქმი

სინჯის აღების მიზანი _____

აღების ადგილი დაწვრილებითი აღწერით _____

მდინარის ან ნაკადის დასახელება _____

თარიღი: დღე _____ თვე _____ წელი _____

აღების დრო: დასაწყისი _____ დასასრული _____

აღების წერტილი _____

ამინდი (ნალექების რაოდენობა, ღრუბლიანობა და სხვა) _____

ჰაერის ტემპერატურა _____

წყლის ტემპერატურა და გარეგნული სახე _____

მდინარის დინების პირობები _____

აღებული ნიმუშის დახსიათება _____

ფერი _____ სუნი _____ შეფერილობა _____

გამჭვირვალობა _____ სუსპენზიის არსებობა _____

სინჯის ასადები მოწყობილობის ტიპი _____

ნიმუშის კონსერვაციის მეთოდი _____

შენახვისა ტრანსპორტირების პირობები _____

სინჯის ამღები ოპერატორის ვინაობა (სახელი, გვარი) _____

შენიშვნა: _____



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. აღწერეთ წყლის სინჯის სახეები.
2. როგორ წარმოებს წერტილოვანი სინჯის აღება?
3. როგორი შეიძლება იყოს პერიოდული სინჯები?
4. როგორ ავიღოთ დროზე დამოკიდებული პერიოდული სინჯი?
5. აღწერეთ შედგენილი წყლის სინჯის აღების წესი.
6. როგორი სახის ჭურჭელს ვიყენებთ წლის სინჯის ასაღებად?
7. აღწერეთ წყლის სინჯების ტრანსპორტირებისადმი წაყენებული მოთხოვნები.
8. როგორ განვსაზღვრავთ წყლის სინჯის შენახვის ვადებს?
9. გამოიყენეთ სურათი 5.17-ის ფორმა. შესაბამისი ტექნიკური რეგლამენტის გამოყენებით შეავსეთ აღნიშნული ფორმა წყლის მშრალი ნაშთის განსაზღვრისათვის.
10. გამოიყენეთ სურათი 5.18-ის ფორმა. შესაბამისი ტექნიკური რეგლამენტის გამოყენებით შეავსეთ აღნიშნული ფორმა ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილების განსაზღვრისათვის.
11. რა ინფორმაცია მიეთითება სინჯის აღების ოქმში?
12. დაგეგმეთ საყოფაცხოვრებო ნახმარი წლის სინჯის აღება მყარი შეწონილი ნაერთების განსაზღვრის მიზნით. რა სახის ჭურჭელი და მოწობილობები დაგჭირდებათ? ჩამოაყალიბეთ სამოქმედო გეგმა.



5.5. ზედაპირული, მიწისქვეშა და ჩამდინარე წყლების ორგანოლექტიკური მახასიათებლების განსაზღვრა

ზაფხულის პერიოდში მოსახლეობის სასმელ-სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის წყლის ზაფხულის ტემპერატურამ ჩამდინარე წყლების ჩაშვების შემდეგ არ უნდა მოიმატოს 3°C -ზე მეტად ბოლო 10 წლის განმავლობაში ყველაზე ცხელი თვის წყლის საშუალოთვიურ ტემპერატურასთან შედარებით. ხოლო წყლის ტემპერატურამ არ უნდა მოიმატოს 5°C -ზე მეტად წყალსატევის ბუნებრივ ტემპერატურასთან შედარებით.

თევზსამეურნეო მიზნებისათვის წყლის ტემპერატურამ არ უნდა მოიმატოს 5°C -ზე მეტად წყალსატევის ბუნებრივ ტემპერატურასთან შედარებით. ამასთან ერთად წყლის ობიექტებში, სადაც ბინადრობენ ცივი წყლის მოყვარული თევზები (ორაგულისებრნი და სიგასებრნი), მაქსიმალური დასაშვები ტემპერატურაა: 20°C ზაფხულში და 5°C ზამთარში, ხოლო დანარჩენ წყლის ობიექტებში 28°C ზაფხულში და 8°C ზამთარში.

სუნისა და გემოს განსაზღვრა

სინჯის აღება და შენახვა: სინჯის აღება ხდება მინის ჭურჭლით. თუ სინჯი არ დამუშავდა აღების დღეს, ის უნდა გავაცივოთ $2-5^{\circ}\text{C}$ ტემპერატურამდე.

სუნის და გემოს განსაზღვრისათვის უმჯობესია განსაზღვრა ჩატარდეს სინჯის აღების ადგილზე. სინჯის შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა სუნისათვის 6 სთ, ხოლო გემოსთვის 2 სთ (იხ. ცხრილი 5.4).

წყლის სუნი და გემო შეიძლება იყოს როგორც ბუნებრივი, ისე ხელოვნური წარმოშობის. წყლის სუნის შეფასებას აწარმოებენ 20 და 60°C ტემპერატურაზე, ხოლო გემოს მხოლოდ 20°C -ზე. $250\div 350$ მლ მოცულობის მილესილთავიან კოლბაში ასხამენ 100 მლ გამოსაკვლევ წყალს. ახურავენ საფარ მინას, შეანჯღრევენ, შემდეგ მოხდიან თავს და ახდენენ სუნის ხასიათისა და ინტენსივობის შეფასებას. თუ სუნი მაშინვე არ შეიგრძნობა ან გაურკვეველია, კოლბას ისევ აფარებენ მინას, ელექტროქურაზე ან წყლის აბაზანაზე აცხელებენ 60°C ტემპერატურამდე და კვლავ განსაზღვრავენ სუნს. სუნის ინტენსივობა ფასდება ხუთბალიანი სკალით. სუნის შეფასება ხდება ბალების მაქსიმალური რაოდენობის მიხედვით.

სასმელი წყლის გემოს დასადგენად იღებენ სადეგუსტაციო ჭიქას და ავსებენ ნახევრამდე. რამდენჯერმე გამოივლებენ პირში საკვლევ სასმელ წყალს და გადაღვრიან. ხელახლა მოსვამენ და აყოვნებენ 2–3 წუთის განმავლობაში.

ცხრილი 5.7

სუნისა და გემოს ინტენსივობის სკალა

ბალი	ინტენსივობა	გამოვლენის ხასიათი
0	საგრძნობი სუნისა და გემოს არ ქონა	არ შეიგრძნობა
1	ძალზედ სუსტი	მაშინვე არ შეიგრძნობა, მაგრამ ვლინდება გამოკვლევებისას
2	სუსტი	შეინიშნება, თუ მასზე ყურადღებას გავამახვილებთ
3	შესამჩნევი	ადვილად შეინიშნება და იწვევს არასასიამოვნო შეგრძნებას
4	მკაფიო	ძალიან იქცევს ყურადღებას (თავს ვიკავებთ სასმელი წყლის დალევისაგან)
5	ძალზედ ძლიერი	ძალიან ძლიერი (სამელი წყალი უვარგისია)



სასმელ-სამეურნეო წყალსარგებლობის კატეგორიის წყალსატევებში წყალმა არ უნდა მიიღოს 1 ბალზე მეტი ინტენსიურობის სუნი და გემო, რომელიც შეინიშნება უშუალოდ, შემდგომი ქლორირების ან სხვაგვარი დამუშავების შემდეგ.

მოსახლეობის სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის წყალმა არ უნდა მიიღოს 1 ბალზე მეტი ინტენსიურობის სუნი და გემო, რომელიც შეინიშნება უშუალოდ. თევზსამეურნეო მიზნებისათვის კი წყალმა არ უნდა მისცეს თევზის პროდუქტს უცხო სუნი და გემო.

ცხრილი 5.8

სუნისა და გემოს ხასიათის განსაზღვრა

სუნის სახეობა		გემო
ბუნებრივი წარმოშობის სუნი	ხელოვნური წარმოშობის სუნი	
გაურკვეველი (ან არ არსებობა)	გაურკვეველი (ან არ არსებობა)	სუსტი ტკბილი
მიწანარევი	ნავთობპროდუქტებით (ბენზინური)	ტკბილი
ლპობითი	ქლორული	სუსტი მჟავე
ტორფული	ძმრის	მჟავე
ბალახეული	სპეციფიკური	გაურკვეველი
და სხვა (მიუთითეთ როგორი)	და სხვა (მიუთითეთ როგორი)	სხვა (მიუთითეთ)

გამჭვირვალობის განსაზღვრა რგოლის მეთოდით: 30 სმ სიმაღლის ცილინდრში ასხამენ საანალიზო წყალს. რგოლს უშვებენ სიღრმეში. როცა არ გამოჩნდება, აითვლიან სმ-ში, შემდეგ ამოწევენ და როცა გამოჩნდება, მასაც აითვლიან სმ-ში. შეკრიბავენ ორივე ჩვენებას და ყოფენ ორზე. მიღებულ მნიშვნელობებს ადარებენ ცხრილს:



სურათი 5.20. გამჭვირვალობის განსაზღვრა შრიფტის მიხედვით



ცხრილი 5.9

გამჭირვალობა, სმ	ცდით მიღებული მნიშვნელობა, სმ	გამჭირვალობა, სმ	ცდით მიღებული მნიშვნელობა, სმ
2	0,5	21	15
3	1	22	16
4	2	24	17
6	3	26	18
7	4	28	19
8	5	29	20
10	6	30	21
11	7	31	22
12	8	32	23
13	9	33	24
15	10	34	25
16	11	36	26
17	12	37	27
19	13	38	28
20	14	39	29

გამჭირვალობის განსაზღვრა შრიფტის მიხედვით ხდება ტექსტის წაკითხვით წყლის სვეტის გამოყენებით. წყალი ჩასხმულია სპეციალურ გრადუირებულ ბრტყელძირა ცილინდრში, რომელსაც ძირთან აქვს გამოსაშვები ონკანი. ცილინდრის გრადუირებული ნაწილის სიღრმე უნდა იყოს არანაკლებ 30 სმ, ხოლო შიგა დიამეტრი 2,5 სმ. გამოსაკვლევ წყალს შეანჯღრევენ და ასხამენ ცილინდრში, რომელიც დამაგრებულია სპეციალური შრიფტის ზემოთ ცილინდრის ფსკერიდან 4 სმ-ის დაცილებით, შრიფტის ნაბეჭდი ასოების სიმაღლე უნდა იყოს 3,5 მმ.

განსაზღვრას ატარებენ ნათელ ოთახში. თვალის კონტროლის ქვეშ ცილინდრიდან ნელ-ნელა უშვებენ წყალს იმ მომენტამდე, სანამ ტექსტის წაკითხვა არ იქნება შესაძლებელი (დაკვირვებას აწარმოებენ ზემოდან). წყლის სვეტის სიმაღლე, გამოსახული სმ-ში, წარმოადგენს გამჭირვალობის მახასიათებელს.



თუკი ტექსტის წაკითხვა შესაძლებელია წყლის სვეტის 30 სმ სიმაღლეზე, წყალი ითვლება ძალიან გამჭვირვალედ, 20 სმ სიმაღლეზე გამჭვირვალედ, 10 სმ სიმაღლეზე მღვრიედ, ხოლო 5 სმ-მდე ძალზედ მღვრიედ.

შეფერილობის განსაზღვრა

სინჯის აღება და შენახვა: სინჯის აღება ხდება მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭლით და არ კონსერვდება. უმჯობესია განსაზღვრა ჩატარდეს სინჯის აღების ადგილზე. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 24 სთ (იხ. ცხრილი 5.4).

შეფერილობის განსაზღვრა: წყლის ფერი გამოწვეულია წყალში მთრიმლავი ნივთიერებების, ცხიმების, ორგანული მჟავების და სხვა ნივთიერებების არსებობით.

წყლის შეფერილობის ვიზუალური განსაზღვრისათვის 100 მლ საკვლევი წყალი ჩავასხათ 20-25 მმ დიამეტრის ნესლერის ცილინდრში (საჭიროების შემთხვევაში გაფილტრული წყალი) და დავათვალიეროთ ზემოდან ქვემოთ. ამ დროს ცილინდრი დგას თეთრ ფონზე.

სასმელ-სამეურნეო მიზნების წყალსატევებში შეფერილობა არ უნდა გამოვლინდეს წყლის სვეტის 20 სმ სიმაღლეზე, ხოლო მოსახლეობის სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო მიზნების წყალსატევებში 10 სმ სიმაღლეზე. წყალსატევების წყლის შეფერილობა დასაშვებია იყოს მხოლოდ ბუნებრივი მურა ფერის, რომელიც განპირობებულია ჰუმუსის მჟავებით (ჭაობის ფერი).

სასმელ-სამეურნეო წყალსარგებლობის კატეგორიას მიეკუთვნებიან წყლის ობიექტები, რომელთა წყლის რესურსები გამოიყენება სასმელ-სამეურნეო მიზნებისათვის;

სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყალსარგებლობის კატეგორიას მიეკუთვნებიან წყლის ობიექტები, რომელთა წყლის რესურსებით სარგებლობა წარმოებს სარეკრეაციო მიზნებისათვის.

სინჯის აღება და შენახვა: სინჯის აღება ხდება მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭლით. განსაზღვრა უნდა მოხდეს სინჯის აღების ადგილზე, თუ ეს შეუძლებელია გავაცივოთ 2-5°C ტემპერატურამდე და შევინახოთ ბნელ ადგილას. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 24 სთ (იხ.ცხრილი 5.4).

ცხრილი 5.10

სუნი, ბალებში		გემო, ბალებში		t °C	შეფერილობა, სმ	გამჭირვალობა, სმ
ინტენსივობა	ხასიათი	ინტენსივობა	ხასიათი			
სასმელი წყალი						
წყალსატევები						

ჩამოაყალიბეთ შესაბამისი დასკვნები.

ჩატარებული სამუშაო აღწერეთ ლაბორატორიული ოქმის სახით.

შენიშვნა: სასმელი და წყალსატევების წყლების ორგანოლექტიკური თვისებების რეგლამენტირება მოცემულია ცხრ 5.11 და 5.12-ში.



სასმელი წყლის ტექნიკური რეგლამენტის მიხედვით
**სასმელი წყლის ორგანოლექტიკური თვისებები უნდა შეესაბამებოდეს
ცხრილში მოცემულ მოთხოვნებს:**

მაჩვენებლები	საზომი ერთეული	ნორმატივები არა უმეტეს
სუნი	ბალები	2
გემო	ბალები	2
ფერიანობა	გრადუსი	15
სიმღვრივე	სიმღვრივის ერთეული (ფორმაზინით) ან	3.5
	მგ/ლ (კაოლინით)	2

შენიშვნა: სასმელ წყალში არ დაიშვება შეუიარაღებელი თვალით შესამჩნევი წყლის ორგანიზებისა და ზედაპირული აპკის არსებობა.

ცხრილი 5.12

საქართველოს ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის ტექნიკური რეგლამენტის მიხედვით
**წყალსატევებში წყლის შემადგენლობისა და თვისებების რეგლამენტირება წყალსარგებლობის
კატეგორიების მიხედვით**

მაჩვენებლები	წყალსარგებლობის კატეგორიები			
	მოსახლეობის სასმელ-სამეურნეო მიზნებისათვის	მოსახლეობის სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო მიზნებისათვის	თევზამეურნეო მიზნებისათვის	
			უმადლეისი და პირველი კატეგორია	მეორე კატეგორია
შეწონილი ნაწილაკები	დასაშვები შეწონილი ნაწილაკების შემცველობის მატება არა უმეტეს:			
	0,25 მგ/ლ	0,75 მგ/ლ	0,25 მგ/ლ	0,75 მგ/ლ
	მდინარეებისათვის, რომლებიც შეიცავენ წყალმცირობისას 30 მგ/ლ-ზე მეტ ბუნებრივ შეწონილ ნაწილაკებს, დასაშვებია მათი მომატება 5% ფარგლებში			
	თუ ჩამდინარე წყლები შეიცავენ შეწონილ ნაწილაკებს, რომელთა დაღეჭვის სიჩქარე აღემატება 0,2 მმ/წმ, მათი ჩაშვება აკრძალულია წყალსატევებში (ტბებში), ხოლო თუ აღემატება 0,4 მმ/წმ, მდინარეებში (არხებში)			
მცურავი მინარევები (ნივთიერებები)	წყლის ზედაპირზე არ უნდა შეინიშნებოდეს ნავთობპროდუქტების, ზეთების და ცხიმების აფსკები, აგრეთვე სხვა მინარევები			
სუნი, გემო	წყალმა არ უნდა მიიღოს 1 ბალზე მეტი ინტენსიურობის სუნი და გემო რომელიც შეინიშნება		წყალმა არ უნდა მისცეს თევზის პროდუქტს უცხო სუნი და გემო	
	უშუალოდ, შემდგომი ქლორირების ან სხვაგვარი დამუშავების შემდეგ	უშუალოდ		
შეფერილობა	არ უნდა შეინიშნებოდეს წყლის სვეტში:			წყალმა არ უნდა მიიღოს უცხო ფერი
	20 სმ	10 სმ		



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. როგორ აისახება ორგანოლექტიკური მაჩვენებლები წყლის ხარისხზე?
2. რა არის ტემპერატურის, სუნის, გემოს, გამჭვირვალობისა და შეფერილობის საზომი ერთეულები?
3. როგორია გემოსა და სუნისა შეფასების განმსაზღვრელი დრო და ტემპერატურა?
4. აღწერეთ გამჭვირვალობის მეთოდი რგოლის მეთოდით;
5. რატომ არ შეიძლება წყლის კონსერვაცია ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების განსაზღვრისას?
6. რატომაა უმჯობესი განსაზღვრა ჩატარდეს სინჯის ადების ადგილზე?
7. როგორია ორგანოლექტიკური მაჩვენებლების ნორმატივები?
8. აიღეთ მდინარის წყლის სინჯი. შეავსეთ სინჯის ადების ოქმი.
9. განსაზღვრეთ აღებული სასმელი წყლის სინჯის სუნი და გემო წარმოდგენილი მითითებების შესაბამისად. შეავსეთ შესაბამისი ოქმი.
10. განსაზღვრეთ წყალსატევის წყლის სინჯის გამჭვირვალობა წარმოდგენილი მითითებების შესაბამისად. შეავსეთ შესაბამისი ოქმი.



რეკომენდებული ლიტერატურა და სასწავლო მასალები

- ❖ ც. თურქაძე, მ. კუხიანიძე. კომპლექსური მეთოდური მითითებანი ლაბორატორიული სამუშაოებისათვის გარემოს კომპონენტების მდგომარეობის ხარისხობრივი კონტროლისათვის. ქუთაისი, აწსუ, 2015 წ. 422 გვ.
- ❖ ტექნიკური რეგლამენტი წყლის სინჯის ადების სანიტარიული წესები. საქართველოს მთავრობის დადგენილება N 26. 2014 წლის 3 იანვარი.
- ❖ <http://nea.gov.ge/>
- ❖ <http://meteo.gov.ge/>
- ❖ <http://meteo.gov.ge/map>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=LU6Mwmi49eo>



6. ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზების სამუშაოები

6.1. რაოდენობითი ანალიზი

ანალიზური ქიმია არის მეცნიერება ცალკეული ნივთიერებების ან მათი ნარეგების ქიმიური შედგენილობისა და აგებულების კვლევის მეთოდებისა და საშუალებების შესწავლის შესახებ. იგი შედგება ორი ნაწილისაგან: **თვისებითი და რაოდენობითი ანალიზი**. თვისებითი ანალიზის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს გამოსაკვლევი ნივთიერების შემადგენლობაში შემავალი ცალკეული ელემენტების ან იონების აღმოჩენა, რაოდენობითი ანალიზის კი მათი რაოდენობითი შემცველობის დადგენა.

რაოდენობითი ანალიზი მჭიდროდაა დაკავშირებული ზოგად ქიმიასთან, ქიმიურ ტექნოლოგიასთან, სასარგებლო წიაღისეულის გამოკვლევასთან, ბიოქიმიასთან, ნიადაგმცოდნეობასთან და სხვა მეცნიერებებთან. მისი განვითარება მნიშვნელოვნადაა დაკავშირებული პრაქტიკის მოთხოვნასთან - სხვადასხვა მასალისა და აგრეთვე ლაბორატორიაში მიღებულ ქიმიურ ნაერთთა გამოკვლევის აუცილებლობასთან. რაოდენობითი ანალიზის მეთოდების დასამუშავებლად ფართოდ არის გამოყენებული ზოგადი, ორგანული და ფიზიკური ქიმიის მიღწევები, როგორც თეორიის, ისე ექსპერიმენტის მეთოდების მხრივ.

რაოდენობითი ანალიზის მეთოდები პირობითად იყოფა სამ ჯგუფად: **ქიმიური, ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური**. ორ უკანასკნელს პირობითად აერთიანებენ ინსტრუმენტული მეთოდების სახელწოდებით, რომელთა არსი საკვლევი სისტემების შედგენილობისა და თვისებებს შორის თანაფარდობების დადგენაში მდგომარეობს.

ქიმიური ანალიზის კლასიკურ მეთოდებს მიეკუთვნება წონითი და მოცულობითი ანალიზი.

წონითი ანალიზი (გრავიმეტრია), რომლის დროს გამოსაკვლევი ნივთიერება სათანადო რეაგენტის მოქმედებით გადაჰყავთ ძნელხსნად ნივთიერებაში, მიღებულ ნალექს სათანადო დამუშავების შემდეგ გამოყოფენ დანარჩენი ნაწილებისაგან. მიღებული ნალექის წონის საშუალებით არკვევენ საძიებო ნივთიერების მასურ წილს.

მოცულობითი ანალიზი (ტიტრიმეტრია), სადაც ნივთიერებათა კონცენტრაციის განსაზღვრა ხდება წინასწარ მომზადებული და ზუსტად განსაზღვრული კონცენტრაციის მქონე ხსნარების (ტიტრიანი ხსნარების) საშუალებით. რეაქციისათვის საჭირო ნივთიერების რაოდენობის (მოცულობის) მიხედვით გამოთვლიან გამოსაკვლევი ნივთიერების რაოდენობას. ასევე მოცულობით ანალიზს მიეკუთვნება გაზომეტრული ანალიზი, სადაც საზღვრავენ აირის მოცულობას გარკვეული წნევის და ტემპერატურის დროს.

ანალიზის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები, სადაც ნივთიერების რაოდენობის დასადგენად საზღვრავენ საანალიზო ობიექტის ცალკეულ თვისებებს. მაგ: გარდატეხის მაჩვენებელს რეფრაქტომეტრიაში, ოპტიკურ სიმკვრივეს ფოტოკოლორიმეტრიაში და ა. შ.

არსებობს ანალიზის მეთოდთა კლასიფიკაციის სხვა ვარიანტიც. ქიმიური ნივთიერებების შემადგენელი კომპონენტები (ატომები, მოლეკულები და ა. შ.) გამოიცნობა და განისაზღვრება ანალიზური სიგნალით, რომელიც აღიძვრება კომპონენტთა შინაგანი გარდაქმნების, ან მათ შორის ურთიერთქმედების შედეგად და რომლის საშუალებითაც ხდება ინფორმაციის მიღება ნივთიერების შედგენილობის შესახებ. სწორედ ანალიზური სიგნალის გამომწვევი პროცესები დაედო საფუძვლად ანალიზის მეთოდების კლასიფიკაციას. გამომდინარე აქედან, ანალიზის მეთოდები პირობითად შეიძლება დაიყოს: ქიმიურ, ელექტროქიმიურ, სპექტროსკოპულ და რადიოქიმიურ მეთოდებად.



ანალიზური მეთოდების შეფასების კრიტერიუმებია: სიზუსტე, სპეციფიურობა, მგრძნობიარობა, სისწრაფე, ეკონომიურობა და სხვა. მაგრამ ისეთი უნივერსალური მეთოდი, რომელიც ყველა ჩამოთვლილ კრიტერიუმს თანაბრად დააკმაყოფილებს, არ არსებობს. ზოგი მეთოდი გამოირჩევა სიზუსტით და ამიტომ მას იყენებენ არბიტრაჟული ანალიზისათვის, ზოგი — სწრაფია და ფართოდაა გამოყენებული ქიმიურ-ტექნოლოგიური პროცესების კონტროლისათვის და სხვა.

რაოდენობითი ანალიზის სიზუსტე. გაზომვის ცდომილება არის სხვაობა გაზომვის ან დაკვირვების შედეგსა და გასაზომი სიდიდის ჭეშმარიტ მნიშვნელობას შორის:

$$A=M-N$$

სადაც, A - აბსოლუტური ცდომილებაა;

M - გაზომვის შედეგი;

N - გასაზომი სიდიდის ჭეშმარიტი მნიშვნელობა.

გაზომვის ცდომილება გვიჩვენებს ამ გაზომვის სიზუსტეს. ჩვეულებრივ ცდომილებას გამოსახვენ არა აბსოლუტური, არამედ შეფარდებითი სიდიდით. A/N მნიშვნელობას უწოდებენ შეფარდებით ცდომილებას. მაშასადამე, აბსოლუტური ცდომილება გვიჩვენებს, რამდენად დიდი ან მცირეა (±) ნაპოვნი სიდიდე ჭეშმარიტზე. შეფარდებითი ცდომილება უფრო მოხერხებულად გვიჩვენებს გაზომვის სიზუსტეს. მაგალითად: განსაზღვრა შესრულებულია 0,2% სიზუსტით, ვიცით აწონვის ჩვეულებრივი ცდომილება უდრის ±0,0001გ. თუ ნივთიერების აწონვისას მისი წონა უდრის 0,3526გ, მაშინ მისი ჭეშმარიტი წონა ტოლია 0,3526გ ± 0,0001გ ე.ი. იყოფა 0,3526გ-დან 0,35გ-მდე. მოყვანილ მაგალითში შეფარდებითი ცდომილება შეადგენს:

$$(\pm 0,0001/0,3526) \cdot 100\% = \pm 0,028\%$$

6.2. ანალიზის ქიმიური მეთოდები

წონითი და მოცულობითი ანალიზი ქიმიური ანალიზის კლასიკურ მეთოდებს მიეკუთვნება. ისინი ეფუძნება საკვლევი ნივთიერებების ან მათი ქიმიური გარდაქმნის პროდუქტების ან განსასაზღვრავ ნივთიერებებთან რეაქციაში შემავალი დახარჯული რეაქტივების მასისა და მოცულობის ზუსტ გაზომვებს.

წონით და მოცულობით ანალიზს დიდი მნიშვნელობა აქვს ნივთიერებათა რაოდენობითი განსაზღვრისათვის როგორც ლაბორატორიულ, ისე წარმოების პირობებში. მაგრამ ამათგან მოცულობით ანალიზს მაინც მეტი უპირატესობა აქვს წონით ანალიზთან შედარებით, რადგან მოცულობითი ანალიზის მეთოდის გამოყენებით ნივთიერების განსაზღვრა უფრო სწრაფად (რამდენიმე წუთის განმავლობაში) ხდება, მაშინ როდესაც წონითი მეთოდით ნივთიერების ანალიზის ჩატარებისას საჭიროა რამდენიმე საათი და ზოგიერთ შემთხვევაში მთელი დღეც კი. მოცულობითი ანალიზისას საჭირო არაა ისეთი ხანგრძლივი ოპერაციების ჩატარება, რომელიც ტარდება წონითი ანალიზის დროს, მაგალითად, ხსნარის გაფილტვრა, ნალექის ჩარეცხვა, მისი გაშრობა, გახურება, მუდმივ წონაზე დაყვანა და სხვ. ამის გამო მოცულობითი ანალიზი ფართოდ გამოიყენება როგორც ლაბორატორიულ, ისე წარმოების პირობებში, განსაკუთრებით საკვებ პროდუქტთა ანალიზის დროს.

როგორც წონითი, ისე მოცულობითი ანალიზი სიზუსტის თვალსაზრისით თითქმის ერთნაირ შედეგს იძლევა, მაგრამ მოცულობით ანალიზს, როგორც უფრო სწრაფ მეთოდს, უპირატესობას აძლევენ, თუმცა, მოცულობითი ანალიზით ყველა ელემენტის განსაზღვრა ვერ ხერხდება.



6.3. წონითი ანალიზი (გრავიმეტრია)

წონითი ანალიზი არის რაოდენობითი ქიმიური ანალიზის მეთოდი. ამ დროს საკვლევი ნივთიერების რაოდენობა განისაზღვრება აწონვის საშუალებით. მეთოდის ძირითად საფუძველს წარმოადგენს საანალიზო ნივთიერებიდან განსასაზღვრავი ელემენტის მიღება ნალექის ან მყარი ნაშთის სახით.

წონით ანალიზში მიღებული ნალექი უნდა აკმაყოფილებდეს რამოდენიმე ძირითად მოთხოვნას: უნდა ჰქონდეს დაბალი ხსნადობა, მუდმივი ქიმიური შედგენილობა, უნდა იყოს მსხვილკრისტალური და ფოროვანი სტრუქტურის, რაც საშუალებას იძლევა ადვილად გაიფილტროს და ჩაირეცხოს.

მეთოდი გამოყენებულია მინერალური ნედლეულის გამოსაკვლევად, სასმელი, ბუნებრივი თუ ჩამდინარე წყლების და საკვები პროდუქტის შემადგენელ ნივთიერებათა განსაზღვრის დროს. წყლის მშრალ ნაშთში ისაზღვრება: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , CO_3^{2-} , Cl^- და სხვა იონები.

ზოგჯერ წონით ანალიზში განსაზღვრავენ არა ნალექის წონას, არამედ აღებული წონის შემცირებას, მაგალითად, გამოშრობის გზით ისაზღვრება ჰიგროსკოპიული წყლის რაოდენობა, ტენიანობა და ა. შ.

წონითი ანალიზის მეთოდებს იყენებენ ასევე მოცულობით და კოლორიმეტრულ ანალიზებში საჭირო კონცენტრაციის ხსნარების დასამზადებლად, ამიტომ მოცულობით და ფიზიკურ-ქიმიურ ანალიზში მუშაობისათვის აუცილებელია წონითი ანალიზის თეორიის ცოდნა და ლაბორატორიულ მუშაობაში დახელოვნება. წონით ანალიზში იონის განსაზღვრისათვის საჭიროა მისი გადაყვანა უხსნად ნაერთში. მაგალითად, ბარიუმის იონის განსაზღვრისათვის ხდება ბარიუმის იონის გადაყვანა BaSO_4 -ში, რომელიც იწონება და იანგარიშება მასში ბარიუმის რაოდენობა.

წონითი მეთოდით სარგებლობა უფრო მეტ დროს მოითხოვს, მაგრამ მეტ სიზუსტესთანაა დაკავშირებული, ვიდრე მოცულობითი. წონითი ანალიზის ჩატარებისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საანალიზოდ სინჯის მომზადებას და წონაკის აღებას. ამ დროს ძირითადად გამოიყენება ხსნარები, მაგრამ შეიძლება იყოს ნივთიერება მყარ მდგომარეობაში, რაც მოითხოვს სპეციალურ დამუშავებას (მაგ. დაფხვიერებას).

წონითი ანალიზის მიმდინარეობა შემდეგია:

- იღებენ საანალიზო ხსნარს და ფილტრავენ შესაბამისი პირობების დაცვით მინის ძაბრში მოთავსებულ გამომშრალ, გაცივებულ, უნაცრო ფილტრის ქაღალდით (ან მინის ფილტრით, მისი სპეციფიკიდან გამომდინარე);
- საანალიზო ჭურჭელს ავლებენ გამოხდილ წყალს ან ფილტრატს და მასაც ასხამენ იმავე ფილტრის ქაღალდზე;
- აყოვნებენ რამოდენიმე საათით ნალექის დასაწვდომად და ოთახის ტემპერატურაზე გამოსაშრობად;
- ნალექიან ფილტრის ქაღალდს აშრობენ საშრობ კარადაში შესაბამისი წესების დაცვით;
- ათავსებენ ექსიკატორში გასაცივებლად, შემდეგ კი წონიან მუდმივ წონამდე მიყვანამდე (3-4-ჯერ მაინც). სხვაობა ბოლო აწონვებს შორის არ უნდა აღემატებოდეს 0,005 გ-ს;
- ახდენენ ანალიზის შედეგების გამოთვლას.



6.4. მოცულობითი (ტიტრიმეტრული) ანალიზი

მოცულობითი ანუ ტიტრიმეტრული ანალიზი იკვლევს და შეისწავლის ისეთ პრაქტიკულ მეთოდებს, რომელთა საშუალებით განისაზღვრება საკვლევ ნივთიერებაში შემავალი კომპონენტების - ელემენტების (ნაწილების) პროცენტული რაოდენობა. როგორც აღნიშნული იყო, წონითი ანალიზიც ამავე მიზანს ემსახურება, მაგრამ, როგორც წონითი ანალიზი, ისე მოცულობითი ანალიზი ამას აღწევს სხვადასხვა ხერხების გამოყენებით.

მოცულობით ანალიზს საფუძვლად უდევს გამოსაკვლევ კომპონენტის რეაქციაზე დახარჯული რეაქტივის რაოდენობის განსაზღვრა. საჭიროა ცნობილი კონცენტრაციის მქონე იმ რეაქტივის მოცულობის გაზომვა, რომელიც დაიხარჯა გამოსაკვლევ კომპონენტის და რეაქტივის ურთიერთქმედებისას ექვივალენტური წერტილის მისაღწევად. ექვივალენტური წერტილი ფიქსირდება ხსნარის შეფერილობის შეცვლით ან რომელიმე სხვა ნიშნით.

მოცულობითი ანალიზის ჩატარების დროს, საძიებელი ნივთიერების რაოდენობის დასადგენად ორი ურთიერთსაწინააღმდეგო თვისების მქონე ნივთიერებას უპირისპირებენ ერთმანეთს, ამასთან ერთ-ერთის კონცენტრაცია აუცილებლად ზუსტად უნდა იყოს ცნობილი. მაგალითად, ნეიტრალიზაციის რეაქციის დროს ხდება მჟავისა და ტუტის ხსნარის ურთიერთდაპირისპირება, რისთვისაც ან მჟავის ან ტუტის ხსნარის კონცენტრაცია ცნობილი უნდა იყოს. როდესაც ცნობილია ერთი რომელიმე ნივთიერების ხსნარის მოცულობა, მაშინ ადვილად შეიძლება გამოანგარიშება მეორე ხსნარის კონცენტრაციისა. ამისათვის საჭიროა იმ წონითი თანაფარდობის ცოდნა, რომლის დროს ურთიერთმოქმედებენ მოცემული ნივთიერებანი.

აღნიშნულის საილუსტრაციოდ განვიხილოთ მაგალითი: დავუშვოთ, საკვლევი ხსნარიდან ცდის ჩასატარებლად აღებულ 20 მლ მარილმჟავას (HCl) ხსნარმა, რომლის კონცენტრაცია უცნობია, გაანეიტრალა 15 მლ ნატრიუმის ტუტის ისეთი ხსნარი, რომლის 1 მლ შეიცავდა 0,004 გ NaOH-ს. რეაქციის განტოლებიდან ცნობილია, რომ 40,005 გ NaOH ანეიტრალებს 36,46 გ მარილმჟავას. ცდის დროს კი დაიხარჯა 15 მლ NaOH-ის ხსნარი. თითოეული მლ ხსნარი შეიცავს 0,004 გ NaOH-ს. მაშასადამე, სულ დახარჯულა $0,004 \cdot 15 = 0,06$ გ NaOH.

ამის მიხედვით შეგვიძლია შევადგინოთ პროპორცია:

40,005 გ NaOH ანეიტრალებს 36,46 გ HCl

0,06 გ ————— X

$$X = 0,06 \cdot 36,46 / 40,005 = 0,0546 \text{ გ HCl}$$

მაშასადამე, საცდელად აღებული საკვლევი ხსნარის 20 მლ მარილმჟავას ხსნარში ყოფილა 0,0546 გ HCl, მაშინ 1000 მლ ხსნარში იქნება:

$$20 - 0,0546$$

$$1000 - x$$

$$X = 0,0546 \cdot 1000 / 20 = 2,830 \text{ გ HCl.}$$

ამგვარად, დადგინდა უცნობი ხსნარის კონცენტრაცია. მოცულობით ანალიზში საკვლევი ნივთიერების რაოდენობის დასადგენად საჭიროა საკვლევი ხსნარის გარკვეული და ზუსტი მოცულობის აღება, დახარჯული რეაქტივის მოცულობის ზუსტად აღრიცხვა, ამ უკანასკნელის ზუსტი კონცენტრაციის ცოდნა და ნივთიერებათა ურთიერთმოქმედების დროს რეაქციის დამთავრების მომენტის ფიქსირება.

საერთოდ, მოცულობითი ანალიზის ჩატარების დროს ყოველი რეაქცია უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ მოთხოვნილებებს:

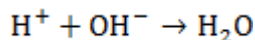


- რეაქცია უნდა იყოს პრაქტიკულად არაშექცევადი, ის უნდა მიმდინარეობდეს სწრაფად და ურთიერთმოქმედი ნივთიერების სრულ დახარჯვამდე;
- რეაქციის სწრაფად მიმდინარეობისათვის ზოგიერთ შემთხვევაში მიმართავენ ტემპერატურის გადიდებას საკვლევი ხსნარის გაცხელებით ან სათანადო კატალიზატორის მოქმედებით;
- რეაქციის დროულად დამთავრებისათვის ანუ ექვივალენტური წერტილის დროულად დასადგენად და გამოსავლენად საჭიროა სათანადო ინდიკატორების თავის დროზე შერჩევა და გამოყენება. ექვივალენტური წერტილი ხსნართა გატიტრის პროცესის ის მომენტია, რომლის დროს მიმატებული ტიტრანტის რაოდენობა ზუსტად ექვივალენტურია განსასაზღვრავი ნივთიერების რაოდენობისა და ამრიგად, საკვლევი ხსნარში მთავარი მორიგირე ნივთიერებათა კონცენტრაციები ექვივალენტურია ან ერთმანეთის ტოლია;
- ხშირად საანალიზო ნივთიერებასთან ერთად ხსნარში სხვა ნივთიერებაც შეიძლება იყოს, მაშინ საჭიროა მისი იზოლირება საკვლევი ხსნარისაგან, რათა ხელი არ შეუშალოს მთავარი რეაქციის მსვლელობას და არ უნდა იმოქმედოს იმ ხსნართან, რომლის საშუალებითაც ირკვევა საანალიზო ნივთიერების რაოდენობა. წინააღმდეგ შემთხვევაში მოსალოდნელია ანალიზის არაზუსტი შედეგის მიღება.
- მოცულობითი ანალიზის ერთ-ერთ პირობად მიჩნეულია ურთიერთმოქმედ ნივთიერებათა ხსნარებიდან ერთ-ერთის მოცულობისა და კონცენტრაციის აუცილებელი ცოდნა.

6.5. მოცულობითი ანალიზის მეთოდების კლასიფიკაცია

მოცულობითი ანალიზი, იმის მიხედვით თუ რა რეაქციები უდევს საფუძვლად, წარმოებს ოთხი ძირითადი მეთოდით:

I. ნეიტრალიზაციის მეთოდი, რომლის დროს იყენებენ ნეიტრალიზაციის რეაქციებს; ნეიტრალიზაციის მეთოდის საფუძველია ფუძისა და მჟავას ურთიერთქმედება, ხოლო მიმდინარე რეაქციის არსი მდგომარეობს წყალბადისა და ჰიდროქსილის იონის შეერთებასა და ნაკლებად დისოცირებული ნივთიერების - წყლის მოლეკულის წარმოქმნაში.



ნეიტრალიზაციის მეთოდი უმთავრესად გამოიყენება მჟავებისა და ფუძეების რაოდენობის განსასაზღვრავად. აგრეთვე ამ მეთოდით შეიძლება განსაზღვროთ წყლის სიხისტე, ამონიუმის მარილთა და სუსტი მჟავების მარილთა (Na_2CO_3 , $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) კონცენტრაციები, ამ მარილთა წყალხსნარები ჰიდროლიზის შედეგად ავლენენ ტუტე რეაქციას, რის გამოც ისინი შეიძლება გაიტიტრონ მჟავებით.

ნეიტრალიზაციის მეთოდის გამოყენების დროს ტუტის (ფუძის) რაოდენობა მჟავით ისაზღვრება, მჟავას რაოდენობა კი ტუტით. ტუტის (ფუძის) რაოდენობის განსაზღვრას მჟავას ტიტრიანი ხსნარით **აციდომეტრია** ეწოდება, ხოლო მჟავას რაოდენობის განსაზღვრას ტუტის ტიტრიანი ხსნარით - **ალკალიმეტრია**. მათ საფუძვლად უდევთ ნეიტრალიზაციის პროცესი და სწორედ ამიტომ ამ მეთოდს ნეიტრალიზაციის მეთოდს უწოდებენ.

მჟავების განსაზღვრის დროს გამოიყენება ძლიერი ტუტეების (მწვავე ტუტეები) - NaOH და KOH ტიტრიანი ხსნარები. ტუტეების განსაზღვრის დროს კი იყენებენ ძლიერი მჟავების - HCl და H_2SO_4 ტიტრიან ხსნარებს.

II. ჟანგვა-აღდგენითი მეთოდი. მოცულობით ანალიზში ჟანგვა-აღდგენის ყველა მეთოდი დამყარებულია საანალიზო ნივთიერების რაოდენობრივ ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებზე. ოქსიდიმეტრიაში სამუშაო ხსნარებად გამოყენებულია დამჟანგველები და აღმდგენელები. ნივთიერების ანალიზის დროს



გამოყენებული ტიტრირების ხსნარების შესაბამისად ჟანგვა-აღდგენის მეთოდები კლასიფიცირებულია სხვადასხვა სახეობად, რომელთა შორის ყველაზე მეტად აღსანიშნავია შემდეგი მეთოდები:

- **პერმანგანატომეტრია.** იგი დამყარებულია ნივთიერების ანალიზის დროს დაჟანგვის რეაქციაში კალიუმის პერმანგანატის გამოყენებაზე.
- **იოდომეტრია.** იგი დამყარებულია ნივთიერების ანალიზის დროს დაჟანგვის რეაქციაში იოდის ან აღდგენით რეაქციაში იოდის იონის გამოყენებაზე.
- **ქრომატომეტრია.** ამ მეთოდით მუშაობა დამყარებულია კალიუმის ბიქრომატის - $K_2Cr_2O_7$ ან კალიუმის ქრომატის - K_2CrO_4 ხსნარის გამოყენებაზე.
- **ბრომატომეტრია.** დაჟანგვის რეაქციაში $KBrO_4$ -ის ხსნარის გამოყენებაზე.

ქიმიურ პროცესთა შორის ყველაზე გავრცელებულია პერმანგანატომეტრიისა და იოდომეტრიის მეთოდები. სამუშაო ტიტრირების ხსნარების სახით იყენებენ $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$, I_2 და სხვ., აღმდგენლებად კი $TiCl_3$, $CrCl_2$, $SnCl_2$ და სხვ.

პერმანგანატომეტრია (მანგანომეტრია) ეწოდება ჟანგვა-აღდგენითი მეთოდის იმ სახეობას, რომლითაც ხდება ნივთიერების განსაზღვრა მჟანგავი კალიუმპერმანგანატის - $KMnO_4$ -ის ტიტრირებით ხსნარის დახარჯული მოცულობის მიხედვით.

პერმანგანატომეტრიაში მჟანგავად ყველაზე უფრო მეტად გამოყენებულია კალიუმპერმანგანატის - $KMnO_4$ -ის ტიტრირების ხსნარი, ხოლო აღმდგენად მჟაუნმჟავას - $H_2C_2O_4$ ან მისი ნატრიუმის მარილის (ნატრიუმოქსალატის) - $Na_2C_2O_4$ ტიტრირების ხსნარები. იმის მიხედვით, თუ რომელ გარემოში (მჟავე თუ ტუტე) მიმდინარეობს ჟანგვა-აღდგენითი რეაქცია, MnO_4^- -იონს შეუძლია მიიღოს ელექტრონების სხვადასხვა რაოდენობა, რაც განაპირობებს რეაქციის განსხვავებული პროდუქტების წარმოქმნას.

ცხრილი 6.1

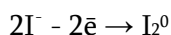
პერმანგანატომეტრიაში გამოყენებული ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციების პროდუქტები გარემოს pH-ის მიხედვით და $KMnO_4$ -ის დაჟანგვის ექვივალენტის გამოთვლა

დამჟან- გველი	გარემოს pH	მიღებული იონი ან ნაერთი	Mn-ის ჟანგვის ხარისხი		შეძენილი ელექტრონების რიცხვი	დაჟანგვის ექვივალენტი Ξ ($KMnO_4$)
			დამჟანგველში	აღდგენილ ფორმაში		
MnO_4^-	pH<7 მჟავა გარემო	Mn^{2+}	+7	+2	5	$Mr(KMnO_4)/5$
	pH≈7 ნეიტრ. გარემო	MnO_2		+4	3	$Mr(KMnO_4)/3$
	pH>7 ტუტე გარემო	MnO_4^{2-}		+6	1	$Mr(KMnO_4)/1$

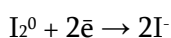
იოდომეტრია არის მოცულობითი ანალიზის ჟანგვა-აღდგენითი მეთოდი, რომლითაც ნივთიერების რაოდენობითი ანალიზი იოდის დაჟანგვის ან აღდგენის რეაქციებს ემყარება.

ანალიზის იოდომეტრული მეთოდის გამოყენების დროს მიმდინარე რეაქციებისას იოდი ან წარმოიქმნება ან აღდგება. ამიტომ, იოდომეტრიას საფუძვლად უდევს ორი ტიპის რეაქცია:

1. იოდის წარმოქმნის რეაქცია



2. იოდის აღდგენის რეაქცია





იოდის წარმოქმნა ხდება რომელიმე დამჟანგველით იოდწყალბადმჟავას - HI-ის დაჟანგვის შედეგად.

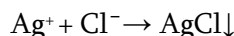
III. დალექვის მეთოდი (სედიმენტაცია), რომელსაც საფუძვლად უდევს განსასაზღვრავი ელემენტის ტიტრიანი ხსნარით დალექვა ძნელხსნადი ნაერთის სახით.

დალექვის მეთოდი არის ტიტრიმეტრული ანალიზის ის სახეობა, რომლის დროს საკვლევ ხსნარში გამოსაკვლევი ნივთიერების რაოდენობა ისაზღვრება მის დასაღებად დახარჯული რეაქტივის ტიტრიანი ხსნარის მოცულობით. ამ მეთოდის არსი მდგომარეობს განსასაზღვრავი ნივთიერების (იონის) რაოდენობრივად ნალექში გადაყვანაში და მისი რაოდენობის შესახებ მსჯელობენ დახარჯული სამუშაო ხსნარის მოცულობის მიხედვით. დალექვის მეთოდი ემყარება ისეთ რეაქციებს, რომლის დროსაც სწრაფად წარმოიქმნება გარკვეული შედგენილობის ძნელადხსნადი ნივთიერება. ეს ნივთიერებები უნდა აკმაყოფილებდნენ შემდეგ პირობებს:

- ნალექი უნდა გამოიყოს სწრაფად, სრულყოფილად და ის პრაქტიკულად უხსნადი უნდა იყოს
- აუცილებლად უნდა მოხდეს ექვივალენტური წერტილის ფიქსირება ინდიკატორით, რომლის საშუალებით საანალიზო ხსნარში ფერის ცვლილებით შეიძლება დავადგინოთ გატიტვრის დროს რეაქციის დამთავრების მომენტი
- გატიტვრა უნდა წარიმართოს ნორმალურად, ის არ უნდა დამახინჯდეს გარეშე ნივთიერების ადსორბციული მოვლენებით.

დალექვის მეთოდების ცალკეული სახელწოდება წარმოშობილია ცალკეული ხსნარების გამოყენებიდან. მაგალითად, იმ მეთოდს, რომელიც სამუშაო ხსნარად იყენებს ვერცხლის ნიტრატის ხსნარს არგენტომეტრიას უწოდებენ, ამონიუმის როდანიდის (NH_4CNS) ან კალიუმის როდანიდის (KCNS) სამუშაო ხსნარის გამოყენების დროს მეთოდს როდანომეტრიას უწოდებენ. არგენტომეტრით საზღვრავენ საკვლევ ხსნარში ქლორისა და ბრომის იონების რაოდენობას ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტე არეში. როდანომეტრით საზღვრავენ საკვლევ ხსნარში ქლორისა და ბრომის იონების რაოდენობას ძლიერ ტუტე ან მჟავე არეში, ასევე იგი გამოიყენება მადნებსა და შენადნობებში ვერცხლის რაოდენობის გამოსაკვლევად.

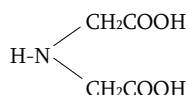
არგენტომეტრიის მეთოდს (მორის მეთოდს) საფუძვლად უდევს ვერცხლისა და ჰალოგენების იონების ურთიერთქმედების რეაქცია. მაგალითად:



ამ მეთოდით მუშაობისას სამუშაო ხსნარად გამოიყენება ვერცხლის ნიტრატისა და ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარები, ინდიკატორად კი კალიუმის ქრომატის ხსნარი. მორის მეთოდით საკვლევ ხსნარში შეიძლება განისაზღვროს ქლორიდებისა და ბრომიდების შემცველობა, რომლის დროს საანალიზო ხსნარს ტიტრავენ AgNO_3 -ის სამუშაო ხსნარით, ხოლო ვერცხლის მარილს - NaCl -ის სამუშაო ხსნარით.

IV. კომპლექსნაერთების წარმოქმნის მეთოდი (კომპლექსონომეტრია). ეს მეთოდი დამყარებულია ისეთ რეაქციებზე, რომლებსაც თან ახლავს ნალექის გამოყოფა ან მეტად მტკიცე კომპლექსნაერთის წარმოქმნა. წარმოქმნიან. ასეთ ორგანულ ნაერთებს კომპლექსონები ეწოდებათ. მოცულობითი ანალიზის იმ მეთოდს, რომლითაც განისაზღვრება ნივთიერების რაოდენობა კომპლექსონების გამოყენებით, კომპლექსონომეტრია ეწოდება.

კომპლექსონები წარმოადგენენ ორგანულ ნაერთებს, ძირითადად ამინოპოლიკარბონმჟავებს ან მათ წარმოებულებს, რომელთა შორის ყველაზე უფრო მარტივია ამინოდიმარმჟავა - $\text{C}_4\text{H}_7\text{O}_4\text{N}$, რომლის სტრუქტურული ფორმულაა:





მოცულობითი ანალიზის თითოეული ამ მეთოდით მუშაობის წარსამართავად საჭიროა გარკვეული სამუშაო ხსნარებისა და სხვადასხვა ინდიკატორების გამოყენება. მოცულობით ანალიზში განსაზღვრის სიზუსტე მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. მათ შორის ყველაზე დიდი მნიშვნელობა აქვს სამუშაო ხსნარების მომზადების სიზუსტეს.

მოთხოვნები, რომელიც საჭიროა სამუშაო ხსნარების მოსამზადებლად, შემდეგია:

- ნივთიერებას უნდა ჰქონდეს დიდი მოლეკულური და გრამ-ექვივალენტური მასა;
- ნივთიერება უნდა იყოს ქიმიურად სუფთა, მინარევებს არ უნდა შეიცავდეს ისეთი რაოდენობით, რომელიც იმოქმედებს მის სიზუსტეზე (არა უმეტეს 0,05-0,1 %);
- ნივთიერება უნდა იყოს კრისტალური;
- წყალში კარგად უნდა იხსნებოდეს, მაგრამ არ უნდა იყოს ჰიგროსკოპული.

თუ ნივთიერებები ამ მოთხოვნებს არ აკმაყოფილებს, მაშინ ამზადებენ მიახლოებით ნორმალობის ხსნარებს და ზუსტი კონცენტრაციის მქონე ხსნარით გატიტვრის საშუალებით ადგენენ მის შესწორების კოეფიციენტს - K , რომელიც უჩვენებს თუ რა რიცხვზე უნდა გამრავლდეს დახარჯული ხსნარის მოცულობა, რომ იგი მიყვანილი იქნეს ზუსტ ნორმალობამდე. შესწორების კოეფიციენტის განსაზღვრა ხდება სამი ხერხით:

1. მოცულობის მიხედვით:

$$K = \frac{V_1}{V_2}$$

სადაც, V_1 – ზუსტი კონცენტრაციის მქონე ხსნარის მოცულობაა, მლ;

V_2 – გატატვრაზე დახარჯული ხსნარის მოცულობა, მლ.

2. ტიტრის მიხედვით:

$$K = \frac{T_{\text{პრაქტ.}}}{T_{\text{თეორ.}}}$$

სადაც, $T_{\text{პრაქტ.}}$ – გატიტვრაზე დახარჯული ხსნარის ტიტრი;

$T_{\text{თეორ.}}$ – ზუსტი კონცენტრაციის მქონე ხსნარის ტიტრი.

3. ნორმალობის მიხედვით:

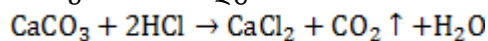
$$K = \frac{N_{\text{პრაქტ.}}}{N_{\text{თეორ.}}}$$

სადაც, $N_{\text{პრაქტ.}}$ – გატატვრაზე დახარჯული ხსნარის დაახლოებითი ნორმალობაა;

$N_{\text{თეორ.}}$ – ხსნარის ზუსტი ნორმალობა.

მოცულობითი ანალიზის მეთოდებს ანსხვავებენ გატიტვრის ხერხით, მათ შორის არჩევენ გატიტვრის ორ მეთოდს:

1. პირდაპირი გატიტვრა. ამ შემთხვევაში განსასაზღვრავ იონს ტიტრავენ რეაგენტის ხსნარით და ექვივალენტურ წერტილს ადგენენ ინდიკატორის გამოყენებით. პირდაპირი გატიტვრის მეთოდებიდან აღსანიშნავია, მაგალითად, მჟაუნმჟავას ან რკინის (II) მარილების გატიტვრა პერმანგანატის ხსნარით.
2. უკუგატიტვრის მეთოდი. ამ მეთოდს იყენებენ მაშინ, როდესაც არ არის შესაფერისი ინდიკატორი, ან რეაქცია მიდის ძალიან ნელა. მაგალითად, კალციუმის კარბონატის განსაზღვრის დროს იყენებენ მარილმჟავას ტიტრირებულ ხსნარს ჭარბი რაოდენობით



რეაქციის დამთავრების შემდეგ ტიტრავენ ჭარბ მარილმჟავას, რომელიც არ შევიდა რეაქციაში და სხვაობით პოულობენ მარილმჟავას რაოდენობას, რომელიც ექვივალენტურია კალციუმის კარბონატისა.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. აღწერეთ წონითი ანალიზის მეთოდი
2. აღწერეთ მოცულობითი ანალიზის მეთოდი
3. რას გვიჩვენებს გაზომვის ცდომილება?
4. რატომ ენიჭება მოცულობით ანალიზს უპირატესობა წონით ანალიზთან შედარებით?
5. აღწერეთ წონითი ანალიზის მიმდინარეობის ზოგადი საკითხები
6. რას წარმოადგენს ნეიტრალიზაციის მეთოდი?
7. რას წარმოადგენს ჟანგვა-აღდგენითი მეთოდი?
8. აღწერეთ პერმანგანატომეტრიის არსი
9. აღწერეთ იოდომეტრიის არსი
10. რას წარმოადგენს არგენტომეტრია?
11. რაში მდგომარეობს დალექვის მეთოდი? რა პირობები უნდა შესრულდეს?

6.5. ანალიზის ფიზიკური მეთოდები

მოლეკულებისა და ნივთიერებების ფიზიკური თვისებები საშუალებას იძლევა მოხდეს ქიმიური ნაერთების იდენტიფიცირება, დადგინდეს მათი ქიმიური აღნაგობა და გამოვლინდეს ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობის გზები და მექანიზმები. თანამედროვე ქიმიისათვის მნიშვნელოვანია კვლევის მეთოდებში ახალი ფიზიკური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების გამოყენება. ქიმიური თვისებების განსაზღვრას საფუძვლად უდევს ნივთიერების მოლეკულური და სტრუქტურული ფორმულა და რეაქციის უნარი. ბევრი ნივთიერების ქიმიური თვისებები პირდაპირ ან ირიბად არის დაკავშირებული ფიზიკურ თვისებებთან. ზოგადად ქიმიისათვის მნიშვნელოვანია კავშირი ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებს შორის.

ფიზიკურ მეთოდებს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ნივთიერების შედგენილობის განსაზღვრაში, ანუ ანალიზურ ქიმიაში. კვლევის ფიზიკურ და ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს შორის მკაცრი ურთიერთგამიჯვნა არ არსებობს, მაგრამ მაინც ფიზიკური მეთოდების ქვეშ იგულისხმება განსაკუთრებულად თანამედროვე მეთოდები, რომლებიც შემუშავებულია ფიზიკურების მიერ და გამოიყენება ქიმიაში. ნივთიერების ქიმიური თვისებების დასადგენად ძირითადად გამოიყენება მისი ფიზიკური თვისებები, რომელთა საშუალებითაც ნივთიერებაში ამა თუ იმ ელემენტის არსებობის დადგენა შესაძლებელია ქიმიურ რეაქციების გამოყენების გარეშე. ანალიზის მეთოდებს, რომელთა საშუალებით შეიძლება განისაზღვროს საკვლევი ნივთიერების შემადგენლობა ქიმიურ რეაქციების გამოყენების გარეშე, უწოდებენ ანალიზის ფიზიკურ მეთოდებს.

ფიზიკური მეთოდი ეს არის ნივთიერების ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მეთოდების ერთობლიობა, რომელიც ეფუძნება იმ ფიზიკური მახასიათებლების გაზომვას, რაც განაპირობებს განსასაზღვრი კომპონენტების ქიმიურ ინდივიდუალობას. ფიზიკურს მიეკუთვნება მეთოდები, რომლებიც ემყარება საანალიზო ნივთიერებების ოპტიკური, ელექტრული, მაგნიტური, თბური და სხვა ფიზიკური თვისებების შესწავლას.



ანალიზის ფიზიკურ მეთოდებს ისეთი ღირსებები გააჩნია, როგორიც არის მაღალი მგრძნობელობა, შედეგების ობიექტურობა, მრავალეფემენტური ანალიზის ჩატარების შესაძლებლობა, ავტომატიზაციის მონაწილეობა, ხშირ შემთხვევაში აღმოჩენის დაბალი ზღვრის მიღწევა და სხვ.

ფიზიკური მეთოდები პირობითად იყოფა სამ ჯგუფად: **სპექტროსკოპული, ბირთვურ-ფიზიკური (რადიოაქტივაციური ანალიზი) და ყველა სხვა დანარჩენი.** სპექტრული მეთოდებიდან უკვე დიდი ხანია გამოიყენება: ატომურ-ემისიური, ატომურ-აბსორბციული, ატომურ-ფლუორესცენტური (ლუმინესცენტური), რენტგენოსპექტრული, მას-სპექტრომეტრია.

უფრო ფართოდ გავრცელებული ანალიზის ფიზიკური მეთოდებიდან შეიძლება გამოვყოთ შემდეგი:

სპექტროსკოპული მეთოდი. იგი ეფუძნება საანალიზო ნივთიერებაში შემავალი ელემენტების ემისიურ სპექტრებზე (გამოფრქვევის ან გამოსხივების სპექტრები) დაკვირვებას.

სპექტრებს, რომლებიც მიიღება სხეულის მიერ გამოსხივებული სინათლის დაშლის შედეგად, ემისიური სპექტრი ეწოდება. იგი შეიძლება იყოს უწყვეტი, ხაზოვანი და ზოლოვანი. უწყვეტი სპექტრები ახასიათებს გავარვარებული მყარი და თხევადი სხეულების გამოსხივებას. გაზების გამოსხივება ან ხაზოვან სპექტრებს იძლევა, ან ზოლოვანს, რომელიც უამრავი ახლომდებარე ხაზებისაგან შედგება. დადგენილია, რომ ხაზოვანი სპექტრები მიიღება ატომთა ან იონთა მიერ გამოსხივებისაგან, ხოლო ზოლოვანი - იონიზებული და არაიონიზებული მოლეკულებისაგან, რომლებიც შედგებიან ორი ან მეტი ატომისაგან.

ნივთიერებების იდენტიფიკაციისათვის ფართო გამოყენება ჰპოვა რხევითმა, ელექტრონულმა, ასევე ბირთვულ მაგნიტური რეზონანსის (ბმრ) სპექტრებმა.

რხევით სპექტროსკოპიაში მნიშვნელოვანია სიხშირეთა სრული ინტერვალი ძალიან დაბალიდან (10 სმ^{-1}) – მაღალ მნიშვნელობამდე (5000 სმ^{-1}). რხევითი სპექტრების სიხშირე ასევე გამოიყენება მოლეკულათა ძალოვანი ველების გაანგარიშებისათვის.

ელექტრონული სპექტროსკოპია ძალიან მგრძნობიარე და მოსახერხებელი მეთოდია შთანთქმის, გატარების და არეკვლის სპექტრების განსაზღვრისათვის.

ბირთვულ-მაგნიტურ რეზონანსური (ბმრ) სპექტრომეტრია დაფუძნებულია გარე მაგნიტური ველის ზემოქმედებაზე ბირთვებზე, რომელთა სპინური ქვანტური რიცხვი ტოლია $\frac{1}{2}$ -ის. ბმრ-ის მეთოდებით შესაძლებელია განისაზღვროს ნივთიერების ქიმიური აღნაგობა, ურთიერთზემოქმედების ეფექტი, შიგამოლეკულური გარდაქმნები და ა.შ.

ლუმინესცენტური (ფლუორესცენტური) მეთოდი. იგი ეფუძნება საანალიზო ნივთიერების ლუმინესცენციაზე (სინათლის გამოსხივება) დაკვირვებას, რომელიც გამოწვეულია ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედებით. მეთოდი გამოიყენება ბუნებრივი ორგანული ნაერთების, მინერალების, სამედიცინო პრეპარატების, რიგი ელემენტების და სხვ. ანალიზისათვის.

ცნობილია, რომ ნივთიერებების ატომები ან მოლეკულები სინათლის ენერგიით დასხივებისას გადადიან აღზნებულ მდგომარეობაში, რის შემდეგ ხდება მათი განმუხტვა და ჭარბი ენერგია შეიძლება მოხმარდეს ელექტრონის მოწყვეტას, ნივთიერების იონიზაციას, ფოტოქიმიურ რეაქციას, გაცხელებისას ჭარბი ენერგიის გარდაქმნას სითბურ ენერგიად, გამოყოფას სინათლის სახით და სხვ.

ზოგიერთ ნივთიერებას გაცხელების გარეშე ოთახის ტემპერატურის დროს ახასიათებს ნათება. მას „ცივი ნათება“ ანუ ლუმინესცენცია ეწოდება. ლუმინესცენტურ ნათებას იწვევს მაღალი ენერგიის ელექტრომაგნიტური ტალღები, კერძოდ, კათოდური ულტრაიისფერი სხივები, რომლის ტალღის სიგრძეა 500 ნმ -მდე.

ენერგიის ნაწილის გამოყოფა ფოტონების სახით არის ქემილუმინესცენცია. ყველა ლუმინესცენტურ ნივთიერებებს ლუმინოფორები ეწოდებათ. ლუმინესცენცია ძირითადად ახასიათებთ ორგანულ ნაერთებს. ამიტომ არაორგანული ნივთიერების ანალიზში იყენებენ ლუმინესცენციურ ორგანულ ანალიზურ



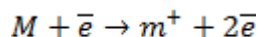
რეაგენტებს, რომლებიც ლითონის იონებთან განიცდიან ლუმინესცენციას. რაც მეტად შთანთქავს ორგანული ნაერთი სპექტრის ულტრაიისფერ უბანში, მით მეტია მისი ლუმინესცენცია. ამ პირობას აკმაყოფილებს ალიფატური ნაჯერი ციკლური ნაერთები და ნაკლებად ხასიათდებიან არომატული ნაერთები.

ლუმინესცენციას, რომელიც სწრაფად ქრება დასხივების შეწყვეტის შემდეგ, ეწოდება ფლორესცენცია.

რენტგენოსპექტრული მეთოდი. რენტგენური სხივების გამოყენებით შეიძლება დადგინდეს საკვლევი ნიმუშის მოლეკულაში ატომის (ან იონის) ზომები და მათი ურთიერთგანლაგება, რაც საშუალებას იძლევა განისაზღვროს კრისტალური მესერის სტრუქტურა, ნივთიერების შემადგენლობა, ზოგჯერ კი მასში მინარევების არსებობა. მეთოდი არ საჭიროებს ნივთიერების დიდ რაოდენობასა და ქიმიურ დამუშავებას.

მას-სპექტრომეტრია და ელექტრონების სპექტროსკოპია. მეთოდთა ეს ჯგუფი წინა მეთოდებისგან განსხვავდება იმით, რომ ნივთიერებაზე რაიმე გამოსხივების დაცემისას ან ნაწილაკთა ნაკადის ზემოქმედებისას იზომება სხვა ნაწილაკთა ნაკადები. მას-სპექტრომეტრიაში ნივთიერებაზე დაცემული ნაკადი შეიძლება იყოს ელექტრონების ნაკადი, ულტრაიისფერი გამოსხივება, დამუხტული ატომების ან მოლეკულების ნაკადი ანუ იონები, რომლებიც წარმოშობენ საკვლევი ნივთიერების მოლეკულური იონების ნაკადს. მას-სპექტრომეტრიის მეთოდით საზღვრავენ მოლეკულურ მასას, ახდენენ ნივთიერების იდენტიფიცირებას, ადგენენ ნივთიერების ქიმიურ აგებულებას, შეისწავლიან აორთქლების სიბოძს, ქიმიური რეაქციების მექანიზმს, ზომავენ იონიზაციის პოტენციალს და ქიმიური კავშირების გახლეჩის ენერგიას.

მას-სპექტრომეტრული ანალიზი დამყარებულია გაზისებრი იონების დაცილებაზე, რაც დამოკიდებულია შეფარდებაზე m/e , სადაც m - მასაა, ხოლო e - იონის მუხტი. გაზის მოცულობის იონიზაცია მიდის ელექტრონების ნაკადით:



m/e სიდიდის მიხედვით საზღვრავენ იონის მასურ რიცხვს და შესაბამისი სიგნალის მიხედვით მსჯელობენ იონის კონცენტრაციაზე.

მას-სპექტრომეტრული მეთოდი ფართოდ გამოიყენება სხვადასვა ნივთიერებების იზოტოპური შედგენილობის, მყარი, თხევადი, გაზური სინჯების ანალიზისათვის, ორგანულ ქიმიაში მთელი რიგი ნაერთთა კლასების, მრავალკომპონენტური ნახშირწყლების ანალიზისათვის, ნავთობქიმიაში, არაორგანული ნივთიერების ტექნოლოგიაში და სხვ.

დიფრაქციული მეთოდები. ამ მეთოდებში გამოიყენება გამოსხივების და ელექტრონებისა და ნეიტრონების ნაწილაკების ნაკადის ტალღური ბუნება. დიფრაქციული მეთოდებით ზომავენ დამოკიდებულებას გაბნეული გამოსხივების ინტენსივობასა და განბნევის კუთხეს შორის. დიფრაქციულ მეთოდებს საფუძვლად უდევს მარტივი დამოკიდებულება ტალღის სიგრძესა და იმ ატომებს შორის მანძილთან, რომლებიც განაბნევენ გამოსხივებას.



6.6. კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების შერჩევა სინჯის ანალიზისათვის

6.6.1. კვლევის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები

ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდებს ფართოდ გამოიყენებენ საკვლევ-სამეცნიერო და საწარმოო ლაბორატორიებში, ასევე გარემოს დაცვის სამსახურში. ქიმიური ანალიზისაგან ისინი განსხვავდებიან უფრო მაღალი მგრძნობიარობით, რთული ნარევების კვლევის დროს არ არის საჭირო შრომატევადი სამუშაოების შესრულება ცალკეული კომპონენტების მოსაცილებლად. ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს ახასიათებთ მაღალი მგრძნობელობა, საშუალებას იძლევიან ერთდროულად განისაზღვროს რამდენიმე მაჩვენებელი, საჭიროებენ მნიშვნელოვნად მცირე დროს ქიმიურთან შედარებით, რომელსაც ხშირად დიდი მნიშვნელობა აქვს. ნედლეულის შედგენილობის შესახებ დროული ინფორმაცია საშუალებას აძლევს ტექნოლოგს აქტიურად ჩაერთოს ტექნოლოგიური პროცესის მიმდინარეობაში და შეიტანოს სათანადო კორექტივები.

ანალიზის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

- ელექტროქიმიური;
- სპექტრული (ოპტიკური);
- ქრომატოგრაფიული;
- რადიომეტრული;
- მას-სპექტრომეტრული და სხვ.

ანალიზის ელექტროქიმიური მეთოდები ემყარება საკვლევი ნივთიერების ელექტროგამტარობის, პოტენციალის და სხვა თვისებების განსაზღვრას, რომლებიც იქმნება ან იცვლება ქიმიური ან ელექტროქიმიური რეაქციების მიმდინარეობის დროს. ანალიზის მეთოდების ელექტროქიმიურ ჯგუფში შედის: ელექტროწონითი ანალიზი, კონდუქტომეტრია, პოტენციომეტრია, ვოლტამპერმეტრია და პოლაროგრაფია, კულონომეტრია.

ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს შორის ყველაზე მრავალრიცხოვანი და პრაქტიკული თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია სპექტრული და სხვა ოპტიკური მეთოდები, კერძოდ, ემისური სპექტროსკოპია, აბსორბციული სპექტროსკოპია, რომელიც თავის მხრივ იყოფა კოლორიმეტრულ (ფოტომეტრულ) და სპექტროფოტომეტრულ მეთოდებად. ყველა ეს მეთოდი დამყარებულია ნივთიერების ელექტრომაგნიტურ გამოსხივებასთან ურთიერთქმედებისას წარმოქმნილ სხვადასხვა ეფექტების განსაზღვრაზე. ოპტიკურ მეთოდებს ასევე მიეკუთვნება - ტურბიდიმეტრია, ნეფელომეტრია, ლუმინესცენცია (ფლოუორესცენცია), ალური ფოტომეტრია.

ანალიზის ქრომატოგრაფიული მეთოდები დამყარებულია ადსორბენტის მიერ ნარევაში შემავალი ცალკეული კომპონენტების შერჩევითი ადსორბციის უნარზე.

რადიომეტრული მეთოდები ეფუძნება გამოფრქვეული რადიოაქტიური ელემენტების გამოსხივების გაზომვას.

ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების მნიშვნელოვანი უპირატესობაა მათი მრავალმხრივობა და სიმარტივე. უარყოფითი მხარეა ის, რომ პრაქტიკული გამოყენებისას საჭიროა ეტალონური სტანდარტული ხსნარების გამოყენება და საკალიბრო მრუდების (დამგრადიურებელი გრაფიკების) აგება.



6.6.2. ცდომილებები ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზების დროს

ანალიზური ცდომილებანი იყოფა ორ ჯგუფად: სისტემატურ და შემთხვევით ცდომილებად.

სისტემატური ეწოდება ისეთ ცდომილებას, რომლის გათვალისწინება წინასწარაა შესაძლებელი და რომელიც შეიძლება აცილებულ იქნას, ან/და სათანადოდ შესწორებული. სისტემატური ცდომილებანი ქიმიურ ანალიზში საკმაოდ მრავალრიცხოვანია და ისინი სხვადასხვა მიზეზით შეიძლება იყოს გამოწვეული:

- ცდომილებანი, რომელიც გამოწვეულია გამოყენებული ხელსაწყოებით და რეაქტივებით. მაგალითად, ანალიზური სასწორის არასაკმარისი მგრძნობიარობა, რეაქტივში არსებული სხვა ნივთიერების მინარევები, რომელიც ხელს უშლის განსაზღვრას, არაკალიბრირებული და შეუმოწმებელი საზომი ჭურჭლის გამოყენება, როგორიცაა საზომი კოლბა, ბიურეტი, პიპეტი და ა. შ.
- მეთოდური სახის ცდომილებანი, რომელიც დამოკიდებულია ანალიზში გამოყენებული მეთოდის თვისებით. ასეთი სახის ცდომილება განპირობებულია ანალიზური სისტემის ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებით და წარმოადგენენ ქიმიურ ანალიზში ყველაზე უფრო სერიოზულ ცდომილებებს, რადგან მათი აცილება რთულია.
- ოპერატიული ცდომილება. ეს ის ცდომილებაა, რომელიც დამოკიდებულია მომუშავეს დახელოვნებასა და გულმოდგინეობაზე. ოპერატიული ცდომილება მნიშვნელოვან სიდიდეს აღწევს იმ შემთხვევაში, როცა მომუშავე გამოუცდელი, დაუდევარი და უყურადღებოა. გულმოდგინე და აზრიანი მუშაობის დროს ეს ცდომილება მინიმუმამდე იქნება დაყვანილი. ტიპიურ ოპერატიულ ცდომილებას ეკუთვნის საანალიზო სითხის დაღვრა, მყარი ნივთიერების დაბნევა, ნალექის დაკარგვა ფილტრის ქაღალდზე გადატანის დროს, არასაკმარისად ან ზედმეტად ნალექის ჩარეცხვა და სხვ.
- ინდივიდუალური ანუ პირადი ცდომილება. იგი გამოწვეულია თვით ინდივიდის ფიზიოლოგიური უუნარობით, როდესაც ანალიტიკოსს არ შეუძლია მოახდინოს ზუსტი დაკვირვება. მაგალითად, ზოგიერთ პირს არ შეუძლია ფერის გადასვლის განსხვავების შემჩნევა ხსნარების გატიტრის დროს და ამით ექვივალენტურ წერტილს გადასცდება, რის გამოც შედეგი არ არის ზუსტი. ინდივიდუალურ ცდომილებას მიეკუთვნება ფსიქოლოგიური ცდომილებანი, რომელიც გარკვეულ წინასწარ აკვიატებულობაში გამოიხატება, რაც ხშირად ემართება ანალიტიკოსს მუშაობის დროს. მაგალითად, ხელახალი აწონვის ან გატიტრის დროს სასწორის თუ ბიურეტის ორი მოსაზღვრე დანაყოფიდან იგი ხშირად იღებს არა იმ დანაყოფს, რომელიც ნამდვილად შეესაბამება გასაზომ წონას ან მოცულობას, არამედ იმას, რომელიც უფრო ეთანხმება მის მიერ წინათ განსაზღვრულს, რაც დაბლა სწევს ანალიზის სიზუსტეს, ამიტომ მომუშავე უნდა იყოს დაკვირვებული და ობიექტური.

შემთხვევითი ცდომილებები ისეთებია, რომელთა წინასწარ გათვალისწინება ძნელია. ამ სახის ცდომილებანი შეიძლება გამოწვეულ იყოს მაგალითად, ტიგელში ნალექის გავარვარებისას შემთხვევით მოხვედრილი სხეულით, ტემპერატურის მკვეთრი ცვლილებით და სხვ. შემთხვევითი ცდომილების შემცირების მიზნით მიმართავენ განმეორებით განსაზღვრებს და უფრო თანხვედნილ მონაცემებიდან იღებენ შედეგების არითმეტიკულ მნიშვნელობას.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. ჩამოთვალეთ ფიზიკური მეთოდები
2. რას ეფუძნება სპექტროსკოპული მეთოდი?
3. რას ეფუძნება ბირთვულ-მაგნიტური რეზონანსული სპექტრომეტრია?
4. რას ეფუძნება ლუმინესცენტული მეთოდი?
5. აღწერეთ მას-სპექტრომეტრიის მეთოდის არსი.
6. ჩამოთვალეთ ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის მეთოდები
7. რას ეწოდება სისტემატური ცდომილება?
8. რა შემთხვევაში წარმოიშვება ოპერატიული ცდომილება?
9. რას ეწოდება შემთხვევითი ცდომილება?
10. რას წარმოადგენს ინდივიდუალური ცდომილება?

6.6.3. ანალიზის ფოტომეტრული მეთოდები, მეთოდის არსი და დახასიათება

ფოტომეტრია წარმოადგენს ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდების კერძო შემთხვევას. ფოტომეტრული მეთოდები ემყარება საანალიზო ნივთიერების ხსნარების მიერ სხივური ენერგიის შთანთქმის გაზომვას. შთანთქმის სპექტრის ხასიათი განსასაზღვრავი ნაერთის თვისებითი ნიშანია, ხოლო შთანთქმის სიდიდე რაოდენობითი მახასიათებელი, რომელიც მოცემული ნივთიერების შემცველობაზე მსჯელობის საშუალებას იძლევა. სხივური ენერგიის შთანთქმა სხვა ერთნაირი პირობების შემთხვევაში მშთანთქავი ნივთიერების კონცენტრაციის პირდაპირპროპორციულია.

ანალიზის ფოტომეტრული მეთოდის გამოყენებისას საჭიროა საკვლევი ნივთიერება ქიმიური რეაქციის გამოყენებით გადაყვანილ იქნეს შეფერილ კომპლექსნაერთში და შემდგომ გაიზომოს მიღებული ნაერთის შეფერვის ინტენსივობა.

ფოტომეტრული მეთოდები დამყარებულია განსასაზღვრავი ნივთიერების, ნარევის კომპონენტის ან მათი ანალიზური ფორმების უნარზე - შთანთქმის ოპტიკური დიაპაზონის ელექტრომაგნიტული გამოსხივება. მშთანთქავი ნივთიერების კონცენტრაცია ისაზღვრება შთანთქმის გაზომვით. ყველაზე მეტად გავრცელებულია ანალიზის ფოტომეტრული მეთოდები, რომლებიც ემყარება სპექტრის ხილულ არეში შთანთქმას, ე. ი. 400-780 ნმ ტალღის სიგრძეების ინტერვალში. ეს აიხსნება ინტენსიურად შეფერილი მრავალი ორგანული და არაორგანული ნაერთის მიღების შესაძლებლობით, რომლებიც გამოიყენება სპექტრის ხილულ უბანში მათი ფოტომეტრული განსაზღვრისათვის, საკმაოდ მარტივი ხელსაწყოების საშუალებით.

ფოტომეტრულ ანალიზში გამოყენებულ ქიმიურ რეაქციებს, მათ ქიმიზმში განსხვავების მიუხედავად, აუცილებლად უნდა ახლდეს შუქშთანთქმის წარმოქმნა, შეცვლა ან შესუსტება. ისევე, როგორც რაოდენობრივ ანალიზში გამოყენებული ყოველი ფერადი რეაქცია უნდა იყოს მდგრადი და მიმდინარეობდეს შერჩევითად, სწრაფად და სრულად.

შეფერილი ხსნარის მნიშვნელოვანი მახასიათებლებია მისი შეფერვის ინტენსივობა და ხსნარის ფერი.



ფოტომეტრული განსაზღვრის სიზუსტისა და მგრძნობიარობის გადიდებისათვის მიზანშეწონილია შუქფილტრების გამოყენება.

ანალიზის ფოტომეტრული მეთოდები იყოფა:

- კოლორიმეტრულ (ვიზუალურ კოლორიმეტრულ);
- ფოტოელექტროკოლორიმეტრულ და
- სპექტროფოტომეტრულ მეთოდებად.

ფოტომეტრული მეთოდის საფუძველია განსასაზღვრავი ნივთიერების მიერ სინათლის შთანთქმა სპექტრის ხილულ, ულტრაიისფერ და ინფრაწითელ უბანში. კოლორიმეტრია და ფოტოელექტროკოლორიმეტრია დაფუძნებულია შეფერილ ხსნარში გამავალი სინათლის ნაკადის შთანთქმის ცვლილების გაზომვაზე, ხოლო სპექტროფოტომეტრია - შეფერილ ან უფერულ ხსნარში გამავალი სინათლის ნაკადის შთანთქმის გაზომვაზე.

კოლორიმეტრული განსაზღვრისას განსასაზღვრავი კომპონენტი ქიმიური რეაქციის შედეგად გადაჰყავთ შეფერილ მდგომარეობაში, ზომავენ მიღებული ხსნარის შეფერვის ინტენსიურობას, რის შემდეგ ბუგერ-ლამბერტ-ბერის კანონის თანახმად ანგარიშობენ საკვლევი ნივთიერების კონცენტრაციას.

ვიზუალური კოლორიმეტრიული განსაზღვრის დროს შეფერვის ინტენსივობის შედარება ხდება დამკვირვებლის თვალის საშუალებით.

ვიზუალური კოლორიმეტრიისათვის გამოიყენება:

- სტანდარტული სერიის მეთოდი, რისთვისაც იღებენ ერთნაირი ფორმისა და ზომის ცილინდრებს, მზარდი კონცენტრაციით ათავსებენ მათში სტანდარტულ ხსნარს. ასევე იღებენ ანალოგიურ ცილინდრს და ათავსებენ საკვლევ ხსნარს. ყველა ცილინდრს უმატებენ ერთნაირი რაოდენობის რეაგენტს შეფერილ მდგომარეობაში გადასაყვანად და ავსებენ წყლით გარკვეულ მოცულობამდე. საკვლევი ხსნარის მიღებულ შეფერვის ინტენსივობას ადარებენ სტანდარტულ სერიებს და პოულობენ განსასაზღვრავი კომპონენტის კონცენტრაციას.
- კოლორიმეტრიული ტიტრის მეთოდი, რისთვისაც იღებენ ორ ერთნაირ ცილინდრს. ერთში ათავსებენ საკვლევ ხსნარს, მეორეში – ყველა რეაგენტს, გარდა სტანდარტული ხსნარისა. ორივე ცილინდრს უმატებენ ერთნაირი რაოდენობის რეაგენტს, რის შედეგადაც საკვლევი ხსნარი გადავა შეფერილ მდგომარეობაში, მეორე ცილინდრის მოცულობას კი ავსებენ წყლით პირველი ცილინდრის მოცულობამდე და მიკრობიურეტიდან წვეთ-წვეთობით უმატებენ სტანდარტულ ხსნარს მანამ, სანამ შეფერვის ინტენსიურობა არ გაუთანაბრდება საკვლევი ხსნარის ინტენსივობას. ბიურეტზე აითვლიან გატიტრებაზე დახარჯული სტანდარტული ხსნარის მოცულობას ($V_{სტ.}$) და ანგარიშობენ საკვლევ ხსნარში ნივთიერების რაოდენობას შემდეგი ფორმულით:

$$C = V_{სტ.} \cdot T_{სტ.}$$

სადაც, $T_{სტ.}$ - სტანდარტული ხსნარის ტიტრი (1 მლ ხსნარში გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა);

$V_{სტ.}$ - გატიტრებაზე დახარჯული სტანდარტული ხსნარის მოცულობა.



6.6.4. ანალიზის ფოტოკოლორიმეტრული მეთოდი

ფოტოელექტროკოლორიმეტრია დაფუძნებულია შეფერილ ხსნარში გამავალი სინათლის ნაკადის შთანთქმის ცვლილების გაზომვაზე. შთანთქმული სინათლის ხარისხს საზღვრავენ ფოტოელემენტის გამოყენებით, რითაც განსხვავდება ვიზუალური კოლორიმეტრიისაგან. ფოტოელემენტი წარმოადგენს მეტალურ ფირფიტას, რომელიც დაფარულია ნახევარგამტარების ფენით (სელენით, ვერცხლის სულფიდით და სხვ.). იგი არის ხელსაწყო, რომელშიც ხდება სინათლის ენერგიის გარდაქმნა ელექტრულ ენერგიად და რომელიც საშუალებას იძლევა განსაზღვრა მოხდეს როგორც სპექტრის ხილულ, ისე ულტრაიისფერ და ინფრაწითელ უბნებში.

ფოტოელემენტში სინათლის ენერგიის გარდაქმნა ელექტრულ ენერგიად დაკავშირებულია ფოტოეფექტის მოვლენასთან. ფოტოეფექტი არის ელექტრონების ამოგლეჯა ლითონის ზედაპირიდან სინათლის ენერგიის გავლენით. ამ დროს გამოტყორცნილი ელექტრონების სიჩქარე დამოკიდებულია დაცემული სხივის ტალღის სიგრძეზე და არა მის სიკაშკაშეზე, ხოლო ელექტრონების რიცხვი დამოკიდებულია დაცემული სხივის სიკაშკაშეზე და მისი პროპორციული სიდიდეა. ამაზეა დამყარებული ფოტოელემენტების გამოყენება სინათლის ინტენსივობის გასაზომად.

ყოველი ლითონი ხასიათდება ელექტრონის ამოსაგლეჯად საჭირო კვანტის ენერგიის მინიმალური რაოდენობით, რომელსაც შეესაბამება გარკვეული ტალღის სიგრძე. ეს სინათლის უდიდესი ტალღის სიგრძეა, რომლის ზევით მას აღარ შეუძლია ელექტრონის ამოგლეჯა. ამ ზღვარს ფოტოეფექტის წითელი საზღვარი ეწოდება. მისი მნიშვნელობა სხვადასხვა ლითონისათვის სხვადასხვაა. მაგალითად, ცეზიუმიდან ელექტრონების ამოსაგლეჯად უფრო ნაკლები ენერგიაა საჭირო, ვიდრე ნატრიუმიდან და კალიუმიდან. ამიტომ ნატრიუმის და კალიუმის ფოტოეფექტის წითელი საზღვარი მდებარეობს სპექტრის ხილულ უბანში. ტანტალი, ნიკელი, პლატინა, ვერცხლი არ იძლევიან ფოტოეფექტს სპექტრის ხილულ უბანში, რადგან ამ უბნის ენერგია არ არის საკმარისი ლითონებიდან ელექტრონების ამოსაგლეჯად. ელემენტთა ფოტოეფექტის წითელი საზღვარი სპექტრის ულტრაიისფერ უბანში მდებარეობს. ამიტომ არის რომ ფოტოელემენტების დასამზადებლად უმეტეს შემთხვევაში ტუტე ლითონებია გამოყენებული.

შედწეული დენის რეგისტრაცია ხდება ქსელში ჩართული მგრძნობიარე მიკროამპერმეტრით, ისრის გადახრით, რომელიც პროპორციულია ფოტოელემენტის განათების. ანსხვავებენ ფოტოელემენტებს, რომლებიც საშუალებას იძლევა ჩატარდეს განსაზღვრა როგორც ხილულ, ისევე ულტრაიისფერ სპექტრის არეში.

ფოტოელემენტების რაოდენობის გამოყენების თვალსაზრისით ფოტოელექტროკოლორიმეტრებს ყოფენ ორ ჯგუფად:

1. ფოტოელექტროკოლორიმეტრი ერთი ფოტოელემენტით (ერთნაკადიანი ხელსაწყო);
2. ფოტოელექტროკოლორიმეტრი ორი ფოტოელემენტით (ორნაკადიანი).

კიუვეტები. კიუვეტა დამზადებულია გამჭვირვალე კვარცის მინისაგან, რომელთა ფენის სისქეა 0,1-0,5 სმ. სამუშაოდ ირჩევენ იმ კიუვეტს, რომელიც განსაზღვრისას იძლევა ოპტიკურ სიმკვრივეს 0,15-0,52 ზღვრებში. კიუვეტების შერჩევა დამოკიდებულია საანალიზო ხსნარის შეფერვის ინტენსივობაზე, რაც უფრო მეტია შეფერვის ინტენსივობა, მით ნაკლები ზომის კიუვეტა გამოიყენება.

შუქფილტრი. შუქფილტრის დანიშნულებაა გაატაროს სპექტრის გარკვეული უბნის სხივები. თუ ვიცით საკვლევი შეფერილი ხსნარის მიერ სხივის შთანთქმის სპექტრი, შეიძლება შეირჩეს ისეთი შუქფილტრი, რომელიც გაატარებს მხოლოდ იმ სხივებს, რომელსაც შთანთქავს ხსნარი და დანარჩენს დააკავებს. შუქფილტრის დაყენება შესაძლებელია სპეციალური სახელურის საშუალებით, რიცხვები კი მიუთითებს შუქფილტრის ნომერს.



სარეგისტრაციო სკალა. ზედა - შავი - შუქგამტარობის კოეფიციენტის (T) და ქვედა - წითელი - ოპტიკური სიმკვრივის (D) სკალა.

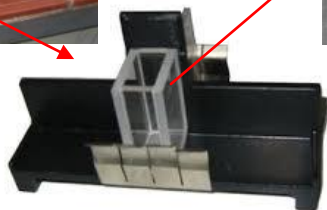
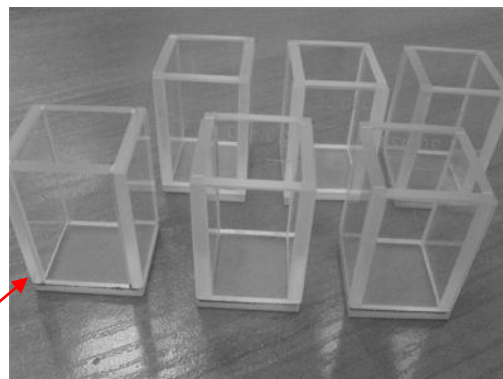


სურათი 6.1. ფოტოკოლორიმეტრი KFK-2. 1. სარეგისტრაციო სკალა, 2. ჩამრთველი, 3. შუქფილტრის გადამრთველი, 4. სახელური კიუვეტების გადასაადგილებლად, 5.6. მგრძნობიარობის გადამრთველები, 7. კიუვეტების ჩასადების სახურავი.

6.6.5. ფოტოკოლორიმეტრზე მუშაობის მეთოდика

განვიხილოთ ფოტოელექტროკოლორიმეტრზე (ФЭК) KFK-2-ის მუშაობის მეთოდика.

- განსაზღვრა უნდა მოხდეს აპარატის ჩართვიდან 15 წთ-ის შემდეგ, როდესაც დამყარდება სტაბილური რეჟიმი. ამ დროს კიუვეტების განყოფილება ღიაა (ფარდა ჩამოფარებულია ფოტომიმლების წინ სინათლის კონას).
- გადავრთოთ შუქფილტრი სახელურით საჭირო ტალღის სიგრძეზე, ხოლო ისარი მუშაობის დაწყებამდე დავაყენოთ ნულზე.
- დავაყენოთ კოლორიმეტრი **მინიმალურ მგრძნობელობაზე**. ამისათვის გადამრთველით „მგრძნობელობა“ დავაყენოთ 1-ზე [გაზომვის დროს კი როცა $\gamma=315-540$ ნმ, სახელურით „მგრძნობელობა“ დავაყენოთ შავი ფერის „1“, „2“, „3“ ციფრებიდან ერთ-ერთზე, ხოლო როცა $\gamma=590-980$ ნმ - წითელი ფერის „1“, „2“, „3“ ციფრებიდან ერთ-ერთზე], სახელურით «უხეშად დაყენება» კი გადავწიოთ მარცხენა მხარეს ბოლომდე.
- მოვათავსოთ შესადარებელი და საკვლევი ხსნარიანი კიუვეტები კიუვეტდამჭერში. შესადარებლად უნდა გამოვიყენოთ გამხსნელი (მაგ., გამოხდილი წყალი). კიუვეტები მყარად მოვათავსოთ კიუვეტდამჭერში, რათა თავიდან იქნას აცილებული შეცდომები, რომლებიც წარმოიქმნებიან განსხვავებული არეკვლით ან გამოსხივების განზნევით.
- დავახუროთ სახურავი. ჯერ სხივი გავატაროთ შესადარებელ ხსნარიან კიუვეტში და გადამრთველებით («უხეშად დაყენება» და „ზუსტად“) დავაყენოთ ისარი მიკროამპერმეტრის ზედა T სკალაზე - 100-ზე. შემდეგ გადავრთოთ საკვლევ ხსნარზე (სახელურის გადანაცვლებით) და ავითვალოთ მიკროამპერმეტრის ქვედა D სკალაზე ოპტიკური სიმკვრივე.
- გაზომვა გავიმეოროთ 3-5-ჯერ და გამოვთვალოთ საშუალო არითმეტიკული;
- მიღებული ოპტიკური სიდიდე ავითვალოთ ორდინატთა ღერძზე, მისი გადაკვეთა კი აბსცისათა ღერძზე იქნება კონცენტრაცია.



სურათი 6.2. კიუვეტების ჩასადები და ნაკრები, ფოტოკოლორიმეტრი KFK-2.

კიუვეტების მუშა ზედაპირები ყოველი გაზომვის წინ გულდასმით უნდა გაიწმინდოს ეთერ-სპირტიანი ნარევით. კიუვეტდამჭერში კიუვეტის მოთავსების დროს არ შეიძლება მუშა ზედაპირზე თითებით შეხება (ე.ი. კიუვეტში ჩასხმული ხსნარის დონეზე ქვევით), რადგან მოხდება გაზომვის არაზუსტი მაჩვენებლების მიღება, ასევე კიუვეტში უნდა მოხდეს ხსნარის ნიშანხაზამდე ჩასხმა.

თუ მუშაობის პროცესში შუქფილტრი უნდა შეიცვალოს მეორით, მაშინ გაზომვა უნდა ჩატარდეს 5 წთ-ის შემდეგ ფილტრის გამოცვლიდან.

გამორთვისას დავაყენოთ კოლორიმეტრი მინიმალურ მგრძნობელობაზე. ე.ი. დავაყენოთ 1-ზე, ხოლო გადამრთველით «უხეშად დაყენება» გადავწიოთ მარცხენა მხარეს ბოლომდე და ამის შემდეგ გამოვრთოთ ელ. ქსელიდან.



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რას წარმოადგენს ანალიზის ფოტომეტრული მეთოდი?
2. აფწერეთ ფოტოელექტროკოლორიმეტრია
3. აღწერეთ ფოტოკოლორიმეტრის ძირითადი ნაწილები: კიუვეტები შუქფილტრები სარეგისტრაციო სკალა.
4. ლაბორატორიაში მასწავლებლის ზედამხედველობით შეისწავლეთ ფოტოკოლორიმეტრის მუშაობის პრინციპი
5. გაეცანით ფოტოკოლორიმეტრის პასპორტს. არის თუ არა წარმოდგენილი პასპორტში ხელსაწყოთა ცდომილების მნიშვნელობა?
6. რამდენჯერ ვატარებთ გაზომვას ერთ ი სინჯისათვის? როგორ გამოვთვალოთ მიღებული მნიშვნელობების საშუალო არითმეტიკული?
7. რა წესები უნდა დავიცვათ მუშაობის პროცესში შუქფილტრის გამოცვლის შემთხვევაში?
8. აღწერეთ კიუვეტების მომზადების წესი.



6.7. საჭირო ხსნარებისა და ჭურჭლის მომზადება

ჭურჭლის მომზადების მეთოდები და ინსტრუქციები ასევე იხ. თავი 4. ქიმიური ექსპერიმენტის ტექნიკა. ჭურჭლის გარეცხვისა და გაშრობის წესები

ანალიზისათვის გამოყენებული ქიმიური ჭურჭელი აუცილებლად უნდა იყოს სათანადო სისუფთავის. მინის ჭურჭლის სისუფთავის მაჩვენებლად შეიძლება ჩაითვალოს მინის შიგა ზედაპირის თანაბრად დასველება.

ჭურჭლის გასუფთავებისათვის იყენებენ ეფექტურ გამწმენდ საშუალებებს, როგორიცაა ქრომის ნარევი, კალიუმის პერმანგანატის (KMnO_4) ტუტე ხსნარი ან მარილმჟავას და წყალბადის ზეჟანგის ნარევი.

ქრომის ნარევის მოქმედების შედეგად იჟანგება ჭურჭლის კედელზე მიკრული ჭუჭყი და გარდაიქმნება ხსნად ნივთიერებად, ხოლო კალიუმის პერმანგანატის ტუტე ხსნარი გამოიყენება ზოგიერთი სპეციფიური სუნიის მქონე ნაერთის მოსაცილებლად.

ქრომის ნარევის ვარგისიანობის დიდი ხნით შენარჩუნებისათვის ქიმიურ ჭურჭელს წინასწარ რეცხავენ წყლით. დიდი ზომის კოლბებსა და ჭიქებში ასხამენ $\frac{1}{4}$ -მდე ქრომის ნარევს, რომელსაც დროგამოშვებით მოავლებენ ჭურჭლის კედლებს. მცირე მოცულობის ჭურჭელს კი ავსებენ გამრეცხი ხსნარით ან მთლიანად ათავსებენ მასში. გარკვეული ხნის შემდეგ ქრომის ნარევს აბრუნებენ თავდაპირველ ჭურჭელში, გასასუფთავებელ ჭურჭელს კი რამდენჯერმე გამორეცხენ წყალსადენის წყლით და შემდეგ 2-3-ჯერ მოავლებენ გამოხდილ წყალს ისე, რომ ჩამოირეცხოს ჭურჭლის მთელი შიგა ზედაპირი. უფრო ეფექტურია შემთბარი ქრომის ნარევით ჭურჭლის გარეცხვა.

ქრომის ნარევი ინახება მისთვის განკუთვნილ ჭურჭელში (ნარევი კვლავ შეიძლება ხელმეორედ იქნას გამოყენებული ჭურჭლის გასარეცხად). როდესაც ქრომის ნაზავის მუქი ნარინჯისფერი გადავა მომწვანო ფერში ნიშნავს, რომ მან დაკარგა დამჟანგავი მოქმედება და საჭიროა ახალი ხსნარის დამზადება.

ქრომის ნარევის მომზადებისას სარგებლობენ თხელკედლიანი ქიმიური (კოლბა, ჭიქა) ან ფაიფურის ჭურჭლით. სქელკედლიანი ქიმიური ჭურჭელი (შუშა, ქილა) გაცხელებისას შეიძლება გასკდეს.

კალიუმის პერმანგანატის (KMnO_4) ტუტე ხსნარის მოქმედების შედეგად ჭურჭელი ყავისფერდება, რაც ადვილად შორდება კონცენტრირებული მარილმჟავის გამოვლებით.

კალიუმის პერმანგანატის (KMnO_4) მჟავა ხსნარის მოქმედების შედეგად ჭურჭელი იბურება, რაც ადვილად შორდება მჟაუნმჟავას ან გოგირდოვანმჟავა ნატრიუმის 5 %-იანი ხსნარით.

გოგირდმჟავას შემცველი გამრეცხი ხსნარების გამოყენება არ შეიძლება ბარიუმით დაბინძურებული ჭურჭლისათვის. დაუშვებელია გამოყენებული ქრომის ნარევის ნიჟარაში ჩასხმა. იგი უნდა მოთავსდეს სპეციალურად გამოყოფილ ჭურჭელში.

კალიუმის ბიქრომატისა და აზოტმჟავას ნარევი თავისი გამრეცხი თვისებებით უმჯობესია, ვიდრე გოგირდმჟავის შემცველი ქრომიანი ხსნარი, თანაც უფრო მდგრადია. თუმცა ამ ხსნარის გამოყენება არ შეიძლება პარაფინით, ნავთით, ცვილით, მინერალური ზეთებით და ნავთობპროდუქტებით დაბინძურებული ჭურჭლისათვის, ისინი უნდა გაირეცხოს წყლის ორთქლით და შემდეგ ორგანული ნაერთებით.

ქიმიური ჭურჭლის გასარეცხად შეიძლება გამოყენებული იქნას ძალზედ მოსახერხებელი და ხელმისაწვდომი მარილმჟავას და წყალბადის ზეჟანგის ნარევი, ე.წ. დამჟანგველი. ნარევი ზემოქმედებს ძალიან ენერგიულად, განსაკუთრებით მცირე შეთბობით. ამასთანავე იგი არ მოქმედებს მინაზე, რასაც ვერ ვიტყვით ქრომიან ხსნარზე. მარილმჟავას ნაცვლად შეიძლება გამოყენებული იქნას მმარმჟავა. ჭურჭლის



გასარეცხად ნარეცს ასხამენ ოდნავ შემთბარ ჭურჭელში ან ასხამენ 30-40°C-მდე შემთბარ ხსნარს, გამოავლებენ კედლებს და ისევ აბრუნებენ თავდაპირველ ჭურჭელში ხელმეორედ გამოსაყენებლად.

არსებობს ქრომის ნარეცის მომზადების რამოდენიმე ხერხი:

ა) ფაიფურის ან ცეცხლგამძლე ჭიქაში 10 გ კალიუმის ბიქრომატს და 15-20 მლ წყალს მექანიკური მორევის პირობებში უმატებენ 60 მლ კონც. გოგირდმჟავას (საჭიროა სიფრთხილე, მიმდინარეობს ნარეცის გაცხელება). წარმოიქმნება მუქი ნარინჯისფერი ხსნარი. თუ ბიქრომატი სრულად არ გაიხსნება, ნარეცს უმატებენ გოგირდმჟავას და აცხელებენ ელ. ქურაზე.

ბ) ფაიფურის ან ცეცხლგამძლე ჭიქაში 3-5 გ კალიუმის ბიქრომატს უმატებენ 100 მლ კონცენტრირებულ გოგირდმჟავას და მუდმივი მორევით აცხელებენ ელ. ქურაზე. წარმოიქმნება მუქი ნარინჯისფერი ხსნარი.

გ) ფაიფურის ან ცეცხლგამძლე ჭიქაში 20 გ კალიუმის ბიქრომატს უმატებენ 100 მლ კონცენტრირებულ აზოტმჟავას. წარმოიქმნება ნარინჯისფერი ხსნარი.

კალიუმის პერმანგანატის ტუტე ხსნარის მომზადება:

10 გ კალიუმის პერმანგანატს უმატებენ 10 გ ნატრიუმის ტუტეს და 150 მლ წყალს, ასევე სარგებლობენ 0,1 KMnO_4 -ისა და კონცენტრირებული H_2SO_4 -ის თანაბარ მოცულობათა ნარევით, ტუტის სპირტიანი ხსნარით და სხვ. ცხიმისაგან გასუფთავება ყველაზე კარგად წარმოებს NaOH -ის ხსნარის გამოყენებით. ამ ხსნარებში გასასუფთავებელ ჭურჭელს ტოვებენ რამდენიმე დღის განმავლობაში (სპეციფიური სუნის მქონე ნაერთები იჟანგება და კარგავს სუნს).

მარილმჟავას და წყალბადის ზეჟანგის ხსნარის (კომაროვსკის ნარეცის) მომზადება:

იღებენ ტოლი მოცულობებით 6 N ნორმალუბის მარილმჟავას და 5-6 %-იან წყალბადის ზეჟანგს და ურევენ ერთმანეთში.



დავალბები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რას წარმოადგენს ქრომის ნარევი?
2. ჩამოწერეთ რა რეაქტივები და ქიმიური ჭურჭელია საირო ქრომის ნარეცის დასამზადებლად
3. შესაბამისი ინსტრუქციის გამოყენებით დაწერეთ მოკლე სამოქმედო გეგმა კალიუმის პერმანგანატის ტუტე ხსნარის მომზადებისათვის.
4. ლაბორატორიაში მასწავლებლის ზედამხედველობის ქვეშ მოამზადეთ კალიუმის პერმანგანატის ტუტე ხსნარი
5. ლაბორატორიაში მასწავლებლის ზედამხედველობის ქვეშ მოამზადეთ ქრომის ნარევი აზოტმჟავას გამოყენებით.



6.8. პროცენტული, მოლური, ნორმალური, ბუფერული, სტანდარტული ხსნარების დამზადების მეთოდика

ქიმიურ ლაბორატორიაში მუშაობის დროს საქმე გვაქვს გარკვეულ კონცენტრაციულ ხსნარებთან.

ხსნარის კონცენტრაცია არის იმ ნივთიერების რაოდენობა (გამოსახული გრამებში, მოლებში), რომელიც გახსნილია გარკვეული მოცულობის გამხსნელში მოცემულ ტემპერატურაზე. ხსნარის კონცენტრაციის მიახლოებითი გამოსახვისათვის იყენებენ ტერმინებს - კონცენტრირებული და განზავებული ხსნარები. რა თქმა უნდა, აღნიშნული ტერმინები პირობითია და ზუსტად ვერ ასახავენ ხსნარში გახსნილი ნივთიერების რაოდენობას.

განზავებული ხსნარი შეიცავს ძალიან მცირე რაოდენობით გახსნილ ნივთიერებას გამხსნელის რაოდენობასთან შედარებით. მაგალითად, თუ 100 გ წყალში გახსნილია 0,2 გ სპილენძის აჯასპი, ეს არის განზავებული ხსნარი. (მარილის 0,2 გ ძალიან მცირეა 100 გ გამხსნელთან შედარებით).

კონცენტრირებული ხსნარში გახსნილი ნივთიერების რაოდენობა მაღალია, რომელიც შესადარია გამხსნელის რაოდენობასთან. მაგალითად, თუ 100 გ წყალში გახსნილია 30 გ სპილენძის აჯასპი, ეს არის კონცენტრირებული ხსნარი (30 და 100 - შესადარი სიდიდეებია).

არსებობს ხსნართა კონცენტრაციის გამოსახვის სხვადასხვა ხერხები: ემპირიული (პროცენტული), მოლური, ნორმალური და ტიტრი.

ემპირიული (პროცენტული) ხსნარი ეწოდება ისეთ ხსნარს, რომლის 100 წონით ან მოცულობით ნაწილში გახსნილია ნივთიერების გარკვეული რაოდენობა. ხსნარის კონცენტრაციის გამოსახვა შეიძლება წონით (და მოცულობით) პროცენტობით: მაგალითად, საჭიროა დავამზადოთ კალიუმის ქლორიდის 5%-იანი ხსნარი. ამისათვის ანალიზურ სასწორზე ზუსტად წონიან 5გ KCl-ის მარილს, ათავსებენ პატარა ქიმიურ ჭიქაში გასახსნელად, ასხამენ მცირე რაოდენობით გამოხდილ წყალს (თუ საჭიროა მინის ჭკირით ფრთხილად ურევენ), შემდეგ მას გადაიტანენ საზომ ცილინდრში და შეავსებენ გამოხდილი წყლით 100 მლ-მდე. ამგვარად მზადდება 5%-იანი ხსნარი, რაც იმას ნიშნავს, რომ ყოველ 100 გ ხსნარში არის 5გ KCl-ის მარილი და 95გ წყალი.

ხსნარის კონცენტრაციის გამოსახვისას ხშირად გამოიყენება **მოლური კონცენტრაცია ანუ მოლურობა**. მოლურობა გვიჩვენებს გახსნილი ნივთიერების მოლების რაოდენობას 1ლ ხსნარში. მისი ერთეულია მოლი/ლ, აღინიშნება M-ით. ხსნარს, რომლის 1 ლ შეიცავს გახსნილი ნივთიერების 1 მოლს, ეწოდება მოლური (1 M). თუ 1 ლ ხსნარი შეიცავს ნივთიერების 0,1 მოლს, მაშინ მას ეწოდება დეციმოლური (0,1 M), თუ 0,01 მოლს - სანტიმოლური (0,01 M), თუ 0,001 მოლს - მილიმოლური (0,001 M). მაგალითად, სუფრის მარილის 1 M ხსნარის დასამზადებლად საჭიროა NaCl-ის 1 მოლის ანუ 58,5 გ ($M_r(\text{NaCl})=58,5$ გ/მოლი) მარილის აწონვა, მისი ჩაყრა ქიმიურ ჭიქაში, გახსნა ცოტაოდენ გამოხდილ წყალში და შემდეგ გადასხმა ერთ ლიტრიან საზომ კოლბაში და ჭდედმე შევსება გამოხდილი წყლით.

რაოდენობითი ანალიზის ჩატარების დროს, მოცულობით ანალიზში უმეტესად გამოიყენება ნორმალური და დეცინორმალური ხსნარები. **ხსნარის ნორმალური კონცენტრაცია ანუ ნორმალობა** გვიჩვენებს გახსნილი ნივთიერების ექვივალენტების რაოდენობას 1ლ ხსნარში და იგი N-ით აღინიშნება. 0,1 N-ის ხსნარს დეცინორმალური ხსნარი ეწოდება, 0,01 N-ის ხსნარს - სანტინორმალური და ა. შ. ასე მაგალითად, 1 N H_2SO_4 - გოგირდმჟავას ნორმალური ხსნარია, ასეთი ხსნარის 1 ლ შეიცავს 1 ექვ-ს, ე. ი. 49 გ H_2SO_4 -ს; 0,01 N NaOH - ნატრიუმის ჰიდროქსიდის



სურ. 6.3. ხსნარის შევსება
ჭდედმე პიპეტის
საშუალებით



სანტიმორმალური ხსნარია, მისი 1 ლ შეიცავს 0,01 ეკვ-ს, ე. ი. $40/100=0,4$ გNaOH-ს და ა. შ. ნორმალური ხსნარი მზადდება მოლური ხსნარის ანალოგიურად.

სიტყვა „ექვივალენტი“ ნიშნავს ტოლფასს. ექვივალენტობის კანონის თანახმად ელემენტები უერთდებიან ერთმანეთს მათი ექვივალენტების პროპორციული წონითი რაოდენობით. ეს კანონი აღმოჩენილია რიხტერის მიერ 1792 წელს.

ნივთიერების ექვივალენტი გამოისახება მოლეზში და არის ნივთიერების ის რაოდენობა, რომელიც როგორც რეაქციაში, ასევე ნაერთთა შემადგენლობაში რეაქციაში შედის ან უკავშირდება წყალბადის ატომების 1გ-ს. ნივთიერების 1 ექვივალენტის შესაბამის მასას ექვივალენტური მასა ეწოდება.

ზოგიერთი რთული ნივთიერების ექვივალენტური მასების გამოსაანგარიშებლად იყენებენ შემდეგ ფორმულებს:

მჟავას ექვივალენტური მასა - (Ξ_m -მჟავისა) მისი სრული ნეიტრალიზაციის შემთხვევაში:

$$\Xi_m \text{ მჟავისა} = \frac{M \text{ (მჟავისა)}}{\text{მჟავის ფუძიანობა}}$$

$$\Xi_m(\text{HCl}) = M_r(\text{HCl})/1 = 36,46 \text{ გ/მოლი}$$

$$\Xi_m(\text{H}_2\text{SO}_4) = M_r(\text{H}_2\text{SO}_4)/2 = 98,08/2 = 49,04 \text{ გ/მოლი}$$

$$\Xi_m(\text{H}_3\text{PO}_4) = M_r(\text{H}_3\text{PO}_4)/3 = 98/3 = 32,67 \text{ გ/მოლი}$$

ფუძის ექვივალენტური მასა - (Ξ_m -ფუძისა) მისი სრული ნეიტრალიზაციის შემთხვევაში:

$$\Xi_m \text{ ფუძისა} = \frac{M \text{ (ფუძისა)}}{\text{ფუძის მჟავეურობა}}$$

$$\Xi_m(\text{NaOH}) = M_r(\text{NaOH})/1 = 40,01 \text{ გ/მოლი}$$

$$\Xi_m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = M_r(\text{Ba}(\text{OH})_2)/2 = 171,137 / 2 = 85,68 \text{ გ/მოლი}$$

მარილის ექვივალენტური მასა - (Ξ_m -მარილისა) სრული მიმოცვლის შემთხვევაში:

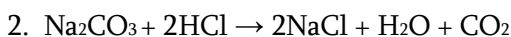
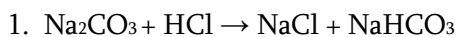
$$\Xi_m \text{ მარილისა} = \frac{M \text{ (მარილისა)}}{\text{მეტ.ატომ.რიცხვი} \cdot \text{ვალენტობაზე}}$$

$$\Xi_m(\text{BaCl}_2) = M_r(\text{BaCl}_2)/2 = 208,97/2 = 104,14 \text{ გ/მოლი}$$

$$\Xi_m(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = M_r(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O})/2 = 381,44/2 = 190,72 \text{ გ/მოლი}$$

$$\Xi_m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = M_r(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3)/3 \cdot 2 = 342,16/6 = 57,02 \text{ გ/მოლი}$$

ნებისმიერი ნივთიერების ექვივალენტური მასის განსაზღვრის დროს აუცილებელია გავითვალისწინოთ ის ქიმიური რეაქცია, რომელშიც მონაწილეობას იღებს ესა თუ ის ნივთიერება. მაგალითად, ნატრიუმის კარბონატი მარილმჟავასთან რეაგირებს ორი რეაქციის საფუძველზე:



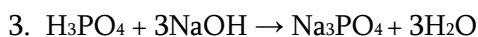
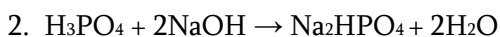
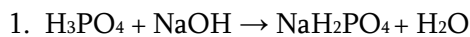
პირველი შემთხვევისათვის:

$$\Xi_m (\text{Na}_2\text{CO}_3) = M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3)/1 = 106 \text{ გ/მოლი}$$

მეორე შემთხვევაში:

$$\Xi_m (\text{Na}_2\text{CO}_3) = M_r(\text{Na}_2\text{CO}_3)/2 = 53 \text{ გ/მოლი}$$

ასეთივე მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ ფოსფორმჟავას ტუტესთან ურთიერთქმედების რეაქციები:



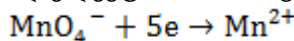
შესაბამისად, 1. $\Xi_m(\text{H}_3\text{PO}_4) = M_r(\text{H}_3\text{PO}_4) / 1 = 98 \text{ გ/მოლი}$

2. $\Xi_m(\text{H}_3\text{PO}_4) = M_r(\text{H}_3\text{PO}_4) / 2 = 49 \text{ გ/მოლი}$



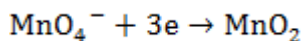
$$3. \Xi_m(\text{H}_3\text{PO}_4) = \text{Mr}(\text{H}_3\text{PO}_4) / 3 = 32,67 \text{ გ/მოლი}$$

ქანგვა-აღდგენის რეაქციებში ნივთიერების ექვივალენტური მასის განსაზღვრისათვის მის მოლეკულურ მასას ყოფენ გაცემულ ან შეძენილ ელექტრონთა რიცხვზე. მაგალითად მჟავა გარემოში:



ამიტომ $\Xi_m(\text{KMnO}_4) = \text{Mr}(\text{KMnO}_4) / 5 = 158,035/5=31,61 \text{ გ/მოლი}$

ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტე გარემოში:



ამიტომ $\Xi_m(\text{KMnO}_4) = \text{Mr}(\text{KMnO}_4) / 3 = 158,035/3=52,67 \text{ გ/მოლი}$

მაშასადამე, რომ დამზადდეს ნებისმიერი ნივთიერების 1ლ ნორმალური ხსნარი (1N), საჭიროა ამ ნივთიერების ექვივალენტური მასის ტოლი რაოდენობის ნივთიერების აღება. მაგალითად, NaCl, BaCl₂, Na₂B₄O₇·10H₂O და Al₂(SO₄)₃ ნორმალური ხსნარების მოსამზადებლად საჭიროა შესაბამისად - 58,46 გ NaCl, 104,14 გ BaCl₂, 190,72 გ Na₂B₄O₇·10H₂O და 57,02 გ Al₂(SO₄)₃.

ასევე ადვილად შეიძლება დამზადდეს ნახევარნორმალური (0,5N), დეცინორმალური (0,1N), სანტინორმალური (0,01N) და სხვა სამუშაო ხსნარები. მათ დასამზადებლად გამოყენებული ნივთიერება აუცილებლად ქიმიურად სუფთა უნდა იყოს. ყველაზე მეტად ანალიზისათვის მოსახერხებელია დეცინორმალური ხსნარების გამოყენება. სანტინორმალური ხსნარები გამოიყენება იმ შემთხვევაში, რომდესაც საანალიზო ხსნარში საძიებელი ნივთიერება მცირე რაოდენობითაა.

სტანდარტული ხსნარები. სტანდარტული ხსნარი ეწოდება ხსნარს, რომლის კონცენტრაცია ზუსტადაა ცნობილი. სტანდარტული ხსნარი გამოიყენება ქიმიურ ანალიზში, განსაკუთრებით ტიტრომეტრულ ანალიზში, როცა ზუსტი კონცენტრაციების განსაზღვრაა საჭირო.

სტანდარტული ხსნარის დამზადება შეიძლება შემდეგი ხერხებით: 1)ზუსტად აწონილი ნივთიერების გახსნით ზუსტი რაოდენობის გამხსნელში, 2) ფიქსანალის გამოყენებით, რომელიც წარმოადგენს მშრალ ნივთიერებას ან ხსნარს, რომელიც საჭიროა განსაზღვრული კონცენტრაციის (აუცილებლად მითითებულია ფიქსანალის შეფუთვაზე) 1ლ ხსნარის მოსამზადებლად. ხსნარის სახით ფიქსანალები გამოიშვება წარმოების მიერ მიღებული მინის ამპულებით. (იხ. თავი 4. ქიმიური ექსპერიმენტის ტექნიკა, გვ.181).

სტანდარტული ხსნარების კონცენტრაციის გამოსახვისას სარგებლობენ კონცენტრაციის მაჩვენებელი სიდიდით - ტიტრით. ხსნარის ტიტრი გვიჩვენებს გახსნილი ნივთიერების გრამების რაოდენობას 1 მლ ხსნარში და მას T-თი აღნიშნავენ. მისი ერთეულია გ/მლ. მაგალითად, $T_{\text{NaOH}} = 0,004 \text{ გ/მლ}$ ნიშნავს, რომ ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,004 გ ნატრიუმის ტუტეს. ისეთ ხსნარს, რომლის ტიტრი ზუსტადაა ცნობილი ტიტრიანი ანუ სამუშაო ხსნარი ეწოდება.

ხსნარის ნორმალობის (N) და გახსნილი ნივთიერების ექვივალენტის (Ξ) ცოდნის მიხედვით ადვილად გამოითვლება ნივთიერების რამდენ გრამს შეიცავს ხსნარის 1 მლ. ამისათვის გახსნილი ნივთიერების მასა (N·Ξ) უნდა გაიყოს 1000-ზე.

$$T = N \cdot \Xi / 1000$$

სადაც, N – ნორმალობა;

Ξ – გახსნილი ნივთიერების ექვივალენტური მასა, გ/მოლი;

1000 – ხსნარის მოცულობა, მლ.

მაგალითად: $T_{0,1\text{N H}_2\text{SO}_4} = 0,1 \cdot 49/1000 = 0,0049 \text{ (გ/მლ)}$

გატიტვრის დროს სარგებლობენ ნორმალური ხსნარებით. ნეიტრალიზაციის რეაქციის დროს, ნეიტრალიზაციის (ექვივალენტური) წერტილის მიღწევისას მართებულია შემდეგი წესი: სხვადასხვა ნორმალობის ხსნარები ურთიერთქმედებენ უკუპროპორციული მოცულობებით ანუ:



$$N_1 / N_2 = V_2 / V_1$$

ანუ

$$N_1 \cdot V_1 = N_2 \cdot V_2$$

სადაც, N_1 და N_2 – ტუტისა და მჟავის ნორმალობებია;

V_1 და V_2 – ტუტისა და მჟავის მოცულობები.

ეს ფორმულა გამოიყენება გატიტვრის დროს უცნობი ხსნარის ნორმალობის გასაგებად. მაგალითად, თუ უცნობია მჟავის კონცენტრაცია, მაშინ

$$N_1 = N_2 \cdot V_2 / V_1$$

$$N_2 = N_1 \cdot V_1 / V_2$$

საანგარიშოდ გამოიყენება ასევე სხვა ფორმულებიც:

$$T = Q / \vartheta \cdot V$$

$$T = c \cdot \rho / 100$$

$$N = 10 c \cdot \rho / \vartheta$$

სადაც, Q – ნივთიერების რაოდენობა ხსნარში, გ;

V – ხსნარის მოცულობა, ლ;

c – ნივთიერების პროცენტული კონცენტრაცია, %;

ρ – ხსნარის სიმკვრივე, გ/სმ³.

ხსნარის მოლარობა, ნორმალობა და ტიტრი დამოკიდებულია ტემპერატურაზე, რამდენადაც გაცხელებისას მათი მოცულობა იზრდება.



ა) პროცენტული ხსნარის დამზადება

1. ანალიზურ სასწორზე ზუსტად აწონეთ საჭირო რაოდენობის ფხვნილი;
2. მოათავსეთ პატარა ქიმიურ ჭიქაში;
3. აიღეთ საზომი ცილინდრით 100 მლ გამოხდილი წყალი;
4. ჩაასხით ქიმიურ ჭიქაში;
5. წრიული მოძრაობით კარგად მოურიეთ.

ბ) მოლური ან ნორმალური ხსნარის დამზადება

1. ანალიზურ სასწორზე აწონეთ საჭირო რაოდენობის ფხვნილი;
2. გადაიტანეთ 1ლ-იან საზომ კოლბაში;
3. მინის ძაბრით ჩაასხით 2/3-მდე გამოხდილი წყალი;
4. დაახურეთ საცობი და კარგად აურიეთ ხსნარის ზევით-ქვევით მოძრაობით;
5. პიპეტით შეავსეთ ჭდეშდე.

სურ. 6.4. ხსნარების დამზადება



ბუფერული ხსნარები. ბუფერული ეწოდება ხსნარს, რომლის წყალბადმაჩვენებელი (pH) ცოტაოდენი მჟავას ან ტუტის დამატებისას პრაქტიკულად უცვლელი რჩება. ბუფერული ხსნარი შედგება სუსტი მჟავასა და მისი ხსნადი მარილისაგან ან სუსტი ფუძისა და მისი ხსნადი მარილისაგან.

განვიხილოთ ზოგიერთი ბუფერული ხსნარის მომზადების მაგალითი:

ამონიუმის ბუფერული ხსნარის ($\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$) მომზადება: 10 გ ამონიუმის ქლორიდს ხსნიან ცოტაოდენ გამოხდილ წყალში (გახსნისათვის), უმატებენ 50 მლ 25%-იანი ამიაკის ხსნარს და მოცულობა მიყავთ 500 მლ-მდე გამოხდილი წყლით.

ამონიუმის ბუფერული ხსნარის (pH=9,2) მომზადება: იღებენ 0,1 M ამონიუმის ქლორიდისა (NH_4Cl) და 0,1 M 25%-იანი ამიაკის ხსნარს (NH_4OH) თანაბარი მოცულობებით.

ცხრილი 6.3

მჟავებისა და ტუტეების ხსნართა პროცენტული შემცველობისა და სიმკვრივების
(15°C-ზე) ურთიერთდამოკიდებულება

პროცენტები %	სიმკვრივე, ρ კგ/სმ ³						
	H_2SO_4	H_2NO_3	HCl	CH_3COOH	KOH	NaOH	NH_3
4	1,027	1,019	1,0052	1,0052	1,033	1,046	0,983
8	1,055	1,039	1,0113	1,0113	1,065	1,092	0,967
12	1,083	1,059	1,0171	1,0171	1,100	1,137	0,953
16	1,112	1,079	1,0228	1,0228	1,157	1,181	0,939
20	1,143	1,100	1,0284	1,0284	1,176	1,225	0,926
24	1,174	1,112	1,0387	1,0337	1,217	1,208	0,913
28	1,205	1,142	1,0338	1,0338	1,263	1,310	0,903
32	1,238	1,163	1,0436	1,0436	1,310	1,352	0,893
36	1,273	1,183	1,0481	1,0481	1,358	1,395	0,884
40	1,307		1,0523	1,0523	1,411	1,437	
44	1,342		1,0562	1,0562	1,460	1,478	
48	1,380		1,0598	1,0598	1,511	1,519	
52	1,419		1,0631	1,0631	1,564	1,560	
56	1,460		1,0660	1,0660	1,616	1,601	
60	1,503		1,0685	1,0685		1,643	
64	1,547		1,0707	1,0707			
68	1,594		1,0725	1,0725			
72	1,640		1,0740	1,0740			
76	1,687		1,0747	1,0747			
80	1,732		1,0748	1,0748			
84	1,776		1,0742	1,0742			
88	1,808		1,0726	1,0726			
92	1,830		1,0696	1,0696			
96	1,840		1,0644	1,0644			
100	1,838		1,0553	1,0553			

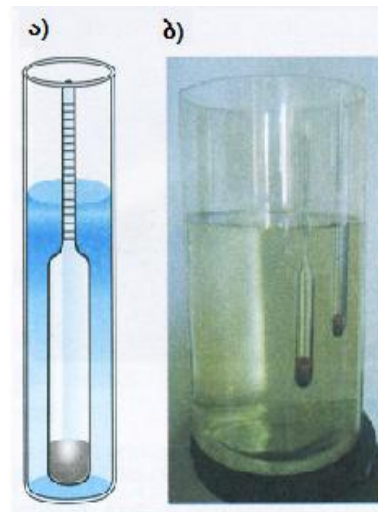


მმარმჟავა-აცეტატური ბუფერული ხსნარის ($\text{pH}=5,0$) მომზადება: 272 გ კრისტალური მმარმჟავა ნატრიუმს ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot \text{H}_2\text{O}$) ხსნიან ბიდისტილატში, უმატებენ 58 მლ ყინულოვანი მმარმჟავას და მიყავთ ბიდისტილატით 1 ლ-მდე;

ამონიუმ-აცეტატური ბუფერული ხსნარის ($\text{pH}=4,8$) მომზადება: იღებენ 108 მლ 98 %-იან მმარმჟავას (CH_3COOH) და 75 მლ 25 %-იან ამიაკის ხსნარს (NH_4OH), ურევნ და მიყავთ 1 ლ-მდე ბიდისტილატით.

ხსნარის კონცენტრაციის დადგენა არეომეტრით: ხსნარის კონცენტრაციის დადგენა შესაძლებელია არეომეტრის საშუალებით, თუ არსებობს ამ ხსნარის კონცენტრაციის სიმკვრივეზე დამოკიდებულების ცხრილი. როგორც წესი, ასეთი ცხრილები თავმოყრილია ქიმიურ საცნობარო ლიტერატურაში. არეომეტრის საშუალებით ადგენენ ხსნარის სიმკვრივეს, ხოლო ცხრილების საშუალებით მათ შესაბამის კონცენტრაციას.

ვთქვათ, გოგირდმჟავას ხსნარის სიმკვრივრის გაზომვის დროს ხსნარის დონე დაემთხვა არეომეტრის სკალაზე 1,120 დანაყოფს; ეს იმას ნიშნავს, რომ აღებული გოგირდმჟავას სიმკვრივე ტოლია 1,12-ის. ამის შემდეგ სათანადო ცხრილში (ცხრ. 6.3) იძებნება აღნიშნული სიმკვრივის მქონე გოგირდმჟავას პროცენტული კონცენტრაცია. აღმოჩნდა, რომ 1,120 სიმკვრივეს პროცენტების სვეტში შეესაბამება რიცხვი 17,01, რაც ნიშნავს, რომ აღებული H_2SO_4 -ს ხსნარი არის 17,01 %-იანი.



სურ. 6.5.



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. აღწერეთ არეომეტრით ხსნარის კონცენტრაციის დადგენის ხერხი. შეასრულეთ შესაბამისი გაზომვა ლაბორატორიაში.
2. რას ეწოდება ბუფერული ხსნარი?
3. როგორ იანგარიშება მჟავას ექვივალენტური მასა? მოიყვანეთ მაგალითი.
4. როგორ იანგარიშება მარილის ექვივალენტური მასა? მოიყვანეთ მაგალითი.
5. როგორ იანგარიშება ტუტის ექვივალენტური მასა? მოიყვანეთ მაგალითი
6. რას გვიჩვენებს ხსნარის ნორმალობა?
7. რას გვიჩვენებს ხსნარის მოლურობა?
8. როგორ დავამზადოთ ნატრიუმის ქლორიდის 5%-იანი ხსნარი?
9. როგორ დავამზადოთ კალიუმის ტუტის 0,5N ხსნარი?
10. რას წარმოადგენს ბიდისტილატი?



6.9. სინჯის მომზადება კვლევისათვის

საანალიზოდ სინჯების დამუშავების სტანდარტული წესები. წონითი ანალიზის ჩატარებისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საანალიზოდ სინჯის მომზადებას. ამ დროს ძირითადად გამოიყენება ხსნარები, მაგრამ თუ საანალიზოდ მოცემულია მყარი ნივთიერება, მაშინ თვით მომუშავემ უნდა დაამზადოს ასეთი ხსნარი. ამისათვის საანალიზო სინჯს წმინდად აფხვიერებენ. სინჯი გადააქვთ პრიალა ქაღალდზე, ურევენ კარგად, შპატელის საშუალებით გაშლიან წვრილ ფენად და ყოფენ სწორ ოთკუთხედედად. თითოეული ოთკუთხედიდან იღებენ ფხვნილის დაახლოებით ერთნაირ რაოდენობას, რომელსაც შემდეგ აქატის როდინში განმეორებით აფხვიერებენ ისე, რომ თითებში ფხვნილის გასრესისას მარცვლები არ შეიგრძნობოდეს.

სინჯის დამუშავება (ექსტრაგირება, ჰომოგენიზირება, კონცენტრირება, ფილტრაცია). საანალიზო სინჯის დამუშავებისას გაითვალისწინება შემდეგი:

საანალიზო ხსნარიდან ნივთიერების გამოსაყოფად ახდენენ ექსტრაგირებას, რომლის დროს გამოიყენება ისეთი ორგანული გამხსნელები, რომელშიც მოცემული ნივთიერება იხსნება ბევრად უფრო ადვილად, ვიდრე წყალში. ასეთებია ბენზოლი, ქლოროფორმი, ოთქლორიანი ნახშირბადი და სხვ.

ანალიზის დაწყების წინ ახდენენ სინჯის ჰომოგენიზირებას (ნჯღრევა ერთგვაროვანი მასის მისაღებად) მეთოდის შესაბამისად.

თუ საანალიზო სინჯში დამაბინძურებელი ნივთიერების კონცენტრაცია ძალიან დიდია, მაშინ ახდენენ სინჯის განზავებას გამოხდილი წყლით, ხოლო თუ ძალიან დაბალია, მაშინ ზუსტი განსაზღვრისათვის ახდენენ სინჯის წინასწარ აორთქლებას-კონცენტრირებას (ამ დროს იზრდება ხსნარის კონცენტრაცია) ისე, რომ შეესაბამებოდეს რეგლამენტირებულ დიაპაზონს. კონცენტრირებაში იგულისხმება ნივთიერების გადაყვანა დიდი მოცულობიდან მცირე მოცულობაში. ამ პროცესს მიმართავენ მაშინ, როდესაც ნივთიერების შემცველობა იმდენად მცირეა, რომ არსებული მეთოდებით მათი განსაზღვრა შეუძლებელია.

შეწონილი და კოლოიდური ნაწილაკების მოსაცილებლად საანალიზო სინჯს ფილტრავენ შესაბამისი წესების დაცვით.

შეფერილი ნივთიერებების არსებობისას, რომელიც ხელს უშლის განსაზღვრას, სინჯს აღიავენ გააქტივებული ნახშირის გამოყენებით, რომელსაც შემდეგ ფილტრავენ. ან საანალიზო სინჯს უმატებენ ალუმინის ჰიდროქსიდის სუსპენზიას, ნარევს ანჯღრევენ გაუფერულებამდე, აყოვნებენ და ფილტრავენ.

ორგანული ნივთიერებების ზემოქმედების მოსაცილებლად სინჯს ანაცრებენ.

იმ შემთხვევაში, როდესაც ანალიზის პროცესში არ გაითვალისწინება კონსერვაცია, ანალიზის დაწყებისას ახდენენ შესაბამის რეაგირებას (მაგ. განეიტრალება).

ნიადაგის წყლის გამონაწვლილის მომზადება: ნიადაგის წყლის გამონაწვლილის მოსამზადებლად იღებენ ჰაეროვან მშრალ, დაფხვნილ და გაცრილ 30 გ ნიადაგს, წონიან ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით (ანალიზისათვის დასაშვებია 25-30 გ სინჯის აღება), ათავსებენ კონუსურ კოლბაში და უმატებენ 150 მლ დისტილირებულ წყალს (წონითი თანაფარდობა 1:5); კოლბას ახურავენ საცობს და ანჯღრევენ 3 წთ-ის განმავლობაში.

ნიადაგის მარილოვანი გამონაწვლილის მომზადება: ნიადაგის მარილოვანი გამონაწვლილის მოსამზადებლად იღებენ ჰაეროვან მშრალ, დაფხვნილ და გაცრილ 30 გ ნიადაგს, წონიან ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით, ათავსებენ კონუსურ კოლბაში და უმატებენ 75 მლ კალიუმის ქლორიდის (KCl) 1N-ის ხსნარს (კალიუმ ქლორს უნდა შეესაბამებოდეს pH (5,6-6,0). საჭიროების შემთხვევაში



ახდენენ კალიუმის ტუტის ან მარილმჟავას დამატებას). კოლბას ახურავენ საცობს და ანჯღრევენ 1 წთ-ის განმავლობაში.

ფილტრაცია: ახდენენ წყლისა და მარილოვანი გამონაწვლილის ფილტრირებას ფილტრის ქაღალდით, რომელსაც წინასწარ ცხელი წყლით ჩარეცხავენ. ფილტრის ქაღალდი უნდა მოთავსდეს ძაბრის ზედაპირიდან 0,5-1 სმ-ის ქვემოთ. საანალიზო კოლბას პერიოდულად ურევენ, რათა ფილტრზე გადავიდეს ნიადაგი.

ფილტრატის პირველ პორციას ≈ 10 მლ გადაღვრიან და ამის შემდეგ იწყებენ ფილტრატის შეგროვებას. ფილტრატის პირველი პორცია მღვრიე იქნება. იმის შემდეგ, როცა ფილტრატი გამჭვირვალე გახდება, ფილტრატის ძაბრის ქვეშ დგამენ ახალ კოლბას, ხოლო მღვრიე ფილტრატს ასხამენ იგივე ფილტრზე. მიღებული გამჭვირვალე ფილტრატი წარმოადგენს წყლის გამონაწვლილს და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ქიმიური გამოკვლევებისათვის (იხ. დამატებით თავი 4, ქიმიური ექსპერიმენტის ტექნიკა „გაფილტვრის ტექნიკა“).

სინჯების რეგისტრაცია. სათანადო წესების დაცვით იღებენ ნიადაგის სინჯს, ასევე ამოსაღები მოწყობილობით 0,2-0,5 მ სიღრმიდან საჭირო რაოდენობის სინჯს (წყალს), ასხამენ შესაბამის ჭურჭლებში და მჭიდროდ (ჰერმეტიკულად) ახურავენ თავს. სინჯს უკეთებენ ეტიკეტს, რომელზეც აღნიშნული უნდა იქნეს შემდეგი ინფორმაცია:

- სინჯი №
- სინჯის ალების თარიღი, დრო და ადგილი;
- სინჯის ალების მეთოდი და რაოდენობა;
- სინჯის აღწერა და მათი განლაგება;
- გარემოს კლიმატური პირობები;
- სინჯის შენახვისა და კონსერვაციის მეთოდები;
- კვლევის მიზანი;
- სხვა მონაცემები სინჯის ალების მიზნიდან გამომდინარე;
- ამლები პირის ვინაობა.



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. როგორ მოვახდინოთ სინჯის ჰომოგენიზება?
2. სინჯის დამუშავების დროს რა მიზნით მიმართავენ ექსტრაგირებას?
3. რა მიზნით ატარებენ სინჯის ფილტრირებას?
4. რა მიზნით მიმართავენ სინჯის კონცენტრირებას?
5. რა მიზნით ვიყენებთ გააქტივებულ ნახშირს შეფერილი სინჯის დამუშავებისას?



6.10. ქიმიური ანალიზის სამუშაოების შესრულება წონითი ანუ გრავიმეტრული მეთოდის გამოყენებით

6.10.1. შეწონილი ნაწილაკების განსაზღვრა ზედაპირულ წყალში

შეწონილი ნაწილაკების განსაზღვრის ძირითად მეთოდს წარმოადგენს გრავიმეტრული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია საკვლევი დაბინძურებული წყლის გაფილტვრაზე და ფილტრის ქაღალდზე მიღებული ნაშთის განსაზღვრაზე. ცნობილია რა გამომშრალი და მუდმივ წონამდე მიყვანილი სუფთა და ნალექიანი ფილტრის ქაღალდის წონები, მათი სხვაობით იანგარიშება შეწონილი ნაწილაკების რაოდენობა მგ/ლ-ში.

სინჯის აღება და შენახვა: სინჯი იღება მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭელით. კონსერვაცია არ შეიძლება. განსაზღვრა კი უნდა ჩატარდეს რაც შეიძლება სწრაფად და უმჯობესია სინჯის აღების ადგილზე. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 24 სთ.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა უნდა იყოს $(22 \pm 6)^{\circ}\text{C}$, ატმოსფერული წნევა 84-106 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა კი არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ანალიზური სასწორი, საშრობი კარადა, ექსიკატორი, ქიმიური ჭიქები, პინცეტი, მზომი ცილინდრი, კონუსური კოლბები, ძაბრები, ფილტრის ქაღალდი „ლურჯი ლენტა“, მშთანთქმელები: სილიკაგელი, გოგირდმჟავა ან კალციუმის ქლორიდი.

ფილტრის ქაღალდის მომზადება: მოვათავსოთ ქაღალდის უნაცრო ფილტრი „ლურჯი ლენტა“ მინის ძაბრზე, ჩავრეცხოთ 100-150 მლ დისტილირებული წყლით, პინცეტით ამოვიღოთ ძაბრიდან და მოვათავსოთ წინასწარ დანომრილ თავლია ბიუქსში და გამოვაშროთ 1 სთ საშრობ კარადაში 105°C ტემპერატურაზე, შემდეგ კი თავლია ფილტრიანი ბიუქსი გავაცივოთ ექსიკატორში. ამოვიღოთ ექსიკატორიდან და თავდახურული ავწონოთ 0,1 მგ სიზუსტით. შრობის პროცესი გავიმეოროთ მანამ, სანამ სხვაობა ორ მომდევნო აწონვას შორის არ იქნება მინიმალური - 0,5 მგ-მდე.

ექსიკატორის მომზადება: ექსიკატორის ფსკერზე უნდა იყოს მოთავსებული მშთანთქმელები: გოგირდმჟავა (H_2SO_4), სილიკაგელი (ტექნიკური), ან კალციუმის ქლორიდი (CaCl_2) აწონილი ფილტრის ქაღალდისა და ბიუქსის მუდმივი წონის შესანარჩუნებლად.

ანალიზის მსვლელობა:

ავიღოთ 250 მლ-იანი კოლბა, ჩავდოთ ძაბრი, რომელშიც მოვათავსოთ წინასწარ გამომშრალი აწონილი ოთხად გაკეცილი დანომრილი ფილტრის ქაღალდი (ა) და რამოდენიმეჯერ ჩავავლოთ გამოხდილი წყალი. წყლიანი ჭურჭელი კარგად შევანჯღრიოთ და 100 მლ მოცულობის საანალიზო (ფილტრზე შეწონილი ნაწილაკები უნდა იყოს $3 \div 200$ მგ ზღვრებში) წყალი ჩავასხათ პატარა კოლბაში (ჭიქაში), საიდანაც ნელ-ნელა გავფილტროთ, შემდეგ ჭიქას რამოდენიმეჯერ გამოვავლოთ 10-10 მლ-ობით განაფილტრი (ან დისტილირებული) წყალი შეწონილი ნაწილაკების სრულად მიღებისათვის და ისიც ჩავასხათ ფილტრიან კოლბაში. თუ მივიღებთ მღვრიე ფილტრატს, მაშინ გაფილტვრა თავიდან გავიმეოროთ იგივე ფილტრში. როცა ფილტრის ქაღალდი ჰაერზე გამოშრება, ფრთხილად ჩავდოთ იგივე თავლია ბიუქსში და გამოვაშროთ საშრობ კარადაში 2 სთ 105°C -ზე, ხოლო შემდეგ ექსიკატორში გასაციებლად. გამომშრობისა და გაციების შემდეგ ავწონოთ თავდახურული ბიუქსი მუდმივი წონის მიღებამდე, 50 მგ-მდე შეწონილი ნაწილაკებისას ბოლო ორი მასის სხვაობა უნდა იყოს 0,5გ-ზე ნაკლები, 50 მგ-ზე მეტი შეწონილი ნაწილაკებისას კი 1 გ (a^1).

შესაბამისად გამომშრალ სინჯიან ბიუქსის წონას (a^1) გამოვაკლოთ საწყისი ბიუქსის წონა (ა). შეწონილი ნაწილაკების მასა X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:



$$X = \frac{(a^1 - a) \cdot 1000 \cdot 1000}{V}$$

სადაც: V – არის გაფილტრული საკვლევი წყლის მოცულობა, მლ;

a^1 – სინჯიანი ბიუქსის წონა, გ;

a – სუფთა ბიუქსის წონა, გ.

როდესაც გვაქვს ორი საკვლევი ხსნარი და გვჭირდება ეფექტურობის დადგენა, ვიქცევით შემდეგნაირად: ანალოგიურად მოვახდინოთ ორივე მათგანის (№1 და №2), ანალიზი და გამოვითვალოთ შეწონილი ნაწილაკების მასები X,Y (მგ/ლ) ფორმულებით:

$$X = \frac{(a^1 - a) \cdot 1000 \cdot 1000}{V_1} \qquad Y = \frac{(b^1 - b) \cdot 1000 \cdot 1000}{V_2}$$

გაწმენდის ეფექტურობა (%) გამოითვლება ფორმულით:

$$\begin{array}{l} X \text{ — } 100\% \\ X-Y \text{ — } \varepsilon \end{array} \quad \left| \quad \varepsilon = \frac{(X-Y) \cdot 100}{X} \right.$$

სადაც: X და Y – №1 და №2 სინჯების შეწონილი ნაწილაკების მასებია, მგ/ლ;

V_1 და V_2 – №1 და №2 საკვლევი წყლის მოცულობები, (100 მლ);

a^1 და b^1 – №1 და №2 სინჯიანი ფილტრის წონები, მგ;

a და b – №1 და №2 სუფთა ფილტრის წონები, მგ.

6.10.2. მშრალი ნაშთის (საერთო მინერალიზაციის) განსაზღვრა ზედაპირულ წყალში

მშრალი ნაშთის განსაზღვრის ძირითად მეთოდს წარმოადგენს გრავიმეტრული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია გაფილტრული საკვლევი წყლის აორთქლებაზე წყლის აბაზანაზე და მისი შემდგომ გამოშრობაზე $105 \pm 2^\circ\text{C}$ ტემპერატურაზე. ვიცით რა სუფთა და სინჯიანი ფაიფურის ჯამის წონა, მათი სხვაობით იანგარიშება მშრალი ნაშთის რაოდენობა მგ/ლ-ში.

განსაზღვრას ხელს უშლის წყლის ზედაპირზე არსებული ზეთები და ცხიმები, ამიტომ სინჯის ალების დროს საჭიროა მათი წინასწარ მოცილება.

მშრალი ნაშთის განსაზღვრის დიაპაზონი შეადგენს $50 \div 25000$ მგ/ლ-ს.

სინჯის ალება და შენახვა: სინჯი იდება მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭელით, კონსერვაცია კი არ შეიძლება. თუ სინჯი არ დამუშავდა ალების დღეს, ის უნდა გავაცივოთ $2-5^\circ\text{C}$ ტემპერატურამდე. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 24 სთ.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა უნდა იყოს $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, ატმოსფერული წნევა $84-106,7$ კპა ($630-800$ მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა კი არა უმეტეს 80% -ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ანალიზური სასწორი, საშრობი კარადა, ექსიკატორი, წყლის აბაზანა, ქიმიური ჭიქები, მზომი ცილინდრები, მინის ძაბრი, ფაიფურის ჯამი, ფილტრის ქაღალდი „თეთრი ლენტა“, მშთანთქმელები: ტექნიკური სილიკაგელი, გოგირდმჟავა ან კალციუმის ქლორიდი.

ფაიფურის ჯამის მომზადება: მოვათავსოთ ფაიფურის ჯამი ან ბიუქსი 1 სთ საშრობ კარადაში $105 \pm 2^\circ\text{C}$ ტემპერატურაზე და შემდეგ გავაცივოთ ექსიკატორში.



გამოშრობის დროს საშრობ კარადაში ბიუქს თავი მოვხადოთ, ასევე ექსიკატორშიც. აწონვის დროს კი თავი დავახუროთ.

ექსიკატორის მომზადება: ექსიკატორის ფსკერზე უნდა იყოს მოთავსებული მშთანთქმელები: სილიკაგელი (ტექნიკური), გოგირდმჟავა (H_2SO_4) ან კალციუმის ქლორიდი ($CaCl_2$) აწონილი ფილტრის ქაღალდის, ფაიფურის ჯამისა თუ ბიუქსის მუდმივი წონის შესანარჩუნებლად.

ცხრილი 6.4

მშრალი ნაშთის შემცველობის რეკომენდებული მოცულობები

№	გაზომვის დიაპაზონი, მგ/ლ	სინჯის საჭირო რაოდენობა, მგ
1.	50 ÷ 500	100
2.	500 ÷ 1000	50
3.	1000 ÷ 10000	25

ანალიზის მსვლელობა:

ავილოთ ცხრილის შესაბამისად 25÷100 მლ ფილტრის ქაღალდით („თეთრი ლენტა“) გაფილტრული სინჯი (ფილტრატი), დავასხათ 3/4 მოცულობამდე წინასწარ საშრობში გამომშრალ, ექსიკატორში გაციებულ აწონილ ჯამზე (a); ავაორთქლოთ წყლის აბაზანაზე. შემდეგ შევდოთ საშრობში 3 სთ $105 \pm 2^\circ C$ ტემპერატურაზე მუდმივ წონამდე დაყვანამდე და შემდეგ ექსიკატორში გასაციებლად (b).

მშრალი ნაშთის კონცენტრაცია X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{(b - a) \cdot 1000 \cdot 1000}{V}$$

სადაც: a – არის სუფთა ჯამის წონა, გ;

b – ჯამის წონა აორთქლებისა და გამოშრობის შემდეგ, გ;

V – აღებული სინჯის მოცულობა, მლ.

6.10.3. მყარი ნარჩენების განსაზღვრა ნიმუშის წყლიან გამონაწვლილში

მეთოდის არსი მდგომარეობს ნიადაგიდან გახსნილი მარილების ამოკრებაში, რისთვისაც ჯერ ახდენენ წყლის გამონაწვლილის (წონითი თანაფარდობით 1:5) მომზადებას დისტილირებული წყლით და შემდგომ ამ გამონაწვლილში მყარი ნარჩენების განსაზღვრას.

მეთოდის ჯამური ფარდობითი ცდომილება პროცენტულად შეადგენს 20-ს, როცა მყარი ნარჩენების მასური წილი არის (0,1÷0,3)%, 7,5-ს - 0,3÷1%-ის დროს და 5-ს - როცა მასური წილი 1%-ზე მეტია.

სინჯის აღება და მომზადება: ავილოთ ჰაერზე გამომშრალი სინჯი, დავფხვნათ, გავცრათ 1-2 მმ-იან საცერში და შევინახოთ ყუთში ან პაკეტებში. ანალიზისათვის გადმოვყაროთ, ავურიოთ, გავშალოთ 1 სმ სისქემდე და ავილოთ არა ნაკლებ ხუთი წერტილიდან 30 გ სინჯი.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ლაბორატორიული სასწორი, ექსიკატორი, მუფელის ღუმელი, საცერი, ელ. სარეველა, ბიუქსები, კონუსური კოლბები (250 მლ-იანი), მზონი ცილინდრები, მინის ძაბრები, პიპეტები ან დოზატორი, ფაიფურის ჯამები, უნაცრო ფილტრის ქაღალდი (TY), ქიმიური ჭიქები.

წყლის გამონაწვლილის მყარი ნარჩენის განსაზღვრა:



ავიღოთ პიპეტით ან დოზატორით 25 მლ წყლის გამოწვლილვის შედეგად მიღებული ფილტრატი, მოვათავსოთ 0,001 გ სიზუსტით აწონილ ფაიფურის ჯამზე და ავაორთქლოთ წყლის აბაზანაზე ფილტრატის სრულ ამოშრობამდე. შემდეგ მშრალი ნაშთი შევდოთ საშრობში 3 საათი 105°C ტემპერატურაზე, გავაცივოთ ექსიკატორში და ავწონოთ მუდმივ წონამდე დაეყვანამდე.

იმისათვის რათა მშრალ ნაშთს მოვაცილოთ გახსნილი ორგანული ნივთიერებები, გამოვწვათ ნიმუშიანი ფაიფურის ჯამი მუფელში 600°C ტემპერატურაზე 10-15 წთ. თუ დანაცრება არ წარმოიშვა, მაშინ ჯამს მოვავლოთ რამოდენიმე წვეთი დისტილირებული წყალი და ისევ გამოვწვათ.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით:

საანალიზო ნიადაგში წყლის გამონაწვლილის მყარი ნარჩენის მასური წილი X (%) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{(m - m_1) \cdot 500}{25}$$

სადაც, m – არის ნარჩენიანი ფაიფურის ჯამის მასა, გ;

m_1 – ცარიელი ჯამის მასა, გ;

500 – %-ზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი;

25 – სინჯის გამონაწვლილის მოცულობა, მლ.



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. აღწერეთ ფილტრის ქაღალდის მომზადება მეთოდდისათვის „შეწონილი ნაწილაკების განსაზღვრა ზედაპირულ წყლებში“
2. მოამზადეთ ექსიკატორი პარაგრაფი 6.10.2-ის მიხედვით. რომელი მშთანთქმელის გამოყენება შეგიძლიათ?
3. დაამზადეთ წყლის გამონაწვლილი პარაგრაფი 6.10.3-ის მიხედვით. რა ხელსაწყოები და მასალებია საჭირო?
4. რას უდრის პროცენტული ცდომილება, თუკი მყარი ნარჩენების მასური კონცენტრაცია 1%-ია?
5. ლაბორატორიაში მოიტანეს კონსერვირებული სინჯი. შესაძლებელია თუ არა მასში მშრალი ნაშთის განსაზღვრა?
6. აღწერეთ რაში მდგომარეობს მშრალი ნაშთის განსაზღვრის წონითი მეთოდი. რა ხელსაწყოები და მასალები არის ამისათვის საჭირო?



6.10.4. სულფატ-იონების მასური კონცენტრაციის განსაზღვრა სასმელ წყალში

მეთოდი დაფუძნებულია მჟავე არეში სულფატ-იონების დალექვაზე ბარიუმის ქლორიდით. წარმოიქმნება მცირედხსნადი ბარიუმის სულფატი. ნალექს ჩარეცხავენ, გაფილტრავენ და წონიან BaSO_4 -ს.

სინჯის აღება და შენახვა: იღება მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭელით. თუ სინჯი არ დამუშავდა აღების დღეს, ის უნდა გავაცივოთ $2-5^\circ\text{C}$ ტემპერატურამდე მაცივარში. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 7 დღე-ღამე.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა უნდა იყოს $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, ატმოსფერული წნევა 84-106 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა კი არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: მუფელის ღუმელი, ლაბორატორიული სასწორი, ექსიკატორი, ელ. ქურა, მაშა, წყლის აბაზანა, მზომი კოლბები და ცილინდრები, მინის ძაბრები, ფაიფურის ჯამები, საათის მინა, პიპეტები, ფილტრის ქაღალდი „ლურჯი ლენტა“.

1. გოგირდმჟავა კალიუმის ძირითადი სტანდარტული ხსნარი: 0,9071გ K_2SO_4 გავხსნათ დისტილირებული წყალში 1 ლ-იან მზომ კოლბაში და მოცულობა მივიყვანოთ 1 ლ-მდე. 1 მლ ხსნარი შეიცავს 0,5 მგ სულფატ-იონს;
2. მუშა სტანდარტული ხსნარი: 10 მლ კალიუმის სულფატის ძირითადი ხსნარი მივიყვანოთ 100 მლ-მდე გამოხდილი წყლით. ამ ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,05 მგ SO_4^{2-} -ს;
3. ბარიუმის ქლორიდის (BaCl_2) 5%-იანი წყალხსნარი: 5გ $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ გავხსნათ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მივიყვანოთ 100 მლ-მდე. მიღებული ხსნარი გავფილტროთ;
4. ვერცხლის ნიტრატის 1,7 %-იანი ხსნარი: 8,5 გ AgNO_3 გავხსნათ 500 მლ დისტილირებულ წყალში და შევამჟავოთ 0,5 მლ კონც. აზოტმჟავით;
5. მარილმჟავა (1:1): 1 მოცულობა კონც. HCl განვაზავოთ 1 მოცულობა დისტილირებული წყლით;
6. კონც. აზოტმჟავა.

სულფატ-იონების ხარისხობრივი განსაზღვრა: მცირე მოცულობის სინჯარაში ჩავასხათ 10 მლ საკვლევი ხსნარი, დავუმატოთ 0,5 მლ მარილმჟავა (1:5), ასეთივე სინჯარებში ჩავასხათ 2, 4, 8 მლ გოგირდმჟავა კალიუმის მუშა ხსნარი და 1,6; 3,2; 6,4 მლ K_2SO_4 -ის ძირითადი ხსნარი და მივიყვანოთ 10 მლ-მდე დისტილირებული წყლით. მივიღებთ კონცენტრაციების სტანდარტულ სერიებს: 10; 20; 40; 80; 160; 320 მგ/ლ სულფატ-იონი. თითოეულს დავუმატოთ 0,5 მლ HCl (1:5).

საკვლევ ხსნარს და ამ სტანდარტულ სერიებს დავუმატოთ 2 მლ 5 %-იანი ბარიუმის ქლორიდის ხსნარი, ავურიოთ და საკვლევი ხსნარი შევადაროთ სტანდარტულ სერიებს, რის მიხედვითაც გავარკვევით სინჯში სულფატების მიახლოებითი რაოდენობა.

ანალიზის მსვლელობა:

ხარისხობრივი განსაზღვრის შესაბამისად ავიღოთ 100÷500 მლ წყლის სინჯი ისეთი რაოდენობით, რომ საანალიზო სინჯი შეიცავდეს 25-30 მგ-ს 100 მლ-ზე. წინააღმდეგ შემთხვევაში სინჯი განვაზავოთ.

ავიღოთ შესაბამისი მოცულობის მლ გაფილტრული წყლის სინჯი, დავუმატოთ 2-3 წვეთი მეთილის ლურჯი და 1 მლ მარილმჟავა (1:1) ვარდისფერი შეფერილობამდე, ავაორთქლოთ ფაიფურის ჯამიდან წყლის აბაზანაზე 50 მლ მოცულობამდე. ნალექი გავფილტროთ, ჩავრეცხოთ ცხელი გამოხდილი წყლით, რომელიც შემჟავებულია მარილმჟავით. რამდენჯერმე ჯამსაც მოვავლოთ. ფილტრატისა და ჩამრეცხი ხსნარების ნარევი ავაორთქლოთ 50 მლ მოცულობამდე და მდუღარე ხსნარში წვეთ-წვეთად დავუმატოთ 10 მლ ბარიუმის ქლორიდის ხსნარი (BaCl_2 -ის ხსნარი წინასწარ გავათბოთ $70-80^\circ\text{C}$ -მდე), ნალექის სრულ დალექვამდე და კიდევ 1-2 წვეთი ბარიუმის ქლორიდის ხსნარი შემოწმებისათვის. წარმოქმნილი სიმღვრივე მიუთითებს სრულ დალექვაზე. ნალექიან ხსნარს დავახუროთ საათის მინა და ვადუღოთ წყლის აბაზანაზე 1-2



სთ-ის განმავლობაში. მეორე დღეს ნალექი გავფილტრით (მოვათავსოთ წინსწარ გამომწვარ, მუდმივ წონამდე მიყვანილ ტიგელში) მჭიდრო უნაცრო ფილტრში „ლურჯი ლენტა“, ჩავრეცხოთ ცხელი გამოხდილი წყლით მანამ, ვიდრე ფილტრატში არ გაქრება ქლორიდები (რეაქცია AgNO_3 -თან, ე.ი. უმატებენ რამოდენიმე წვეთს). ნალექი გავაშროთ, გამოვწვათ 800°C -ზე მუდმივ წონამდე და ავწონოთ.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: სულფატების შემცველობა X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{(a - b) \cdot 0,4115 \cdot 1000}{V}$$

სადაც: a – ბარიუმის სულფატის ნალექიანი ჯამის მასა, მგ;

b – სუფთა ჯამის მასა, მგ;

V – სინჯის მოცულობა, აღებული ანალიზისათვის, მლ-ში;

0,4115 – გოგირდმჟავა ბარიუმის სულფატ-იონზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი;

6.10.5. ნავთობპროდუქტების მასური კონცენტრაციის განსაზღვრა ბუნებრივ და ჩამდინარე წყლებში

არაპოლარულ გამხსნელებში (ჰექსანი, ოთხქლორიანი ნახშირბადი, პენტანი, პეტროლეინის ეთერი) იხსნება ნახშირწყალბადები, მათთან ერთად მრავალი ორგანული ნაერთი.

ექსტრაქტს ატარებენ სორბენტის შემცველ სვეტში (ალუმინის ოქსიდი ან სილიკაგელი), რომელიც ახდენს ყველა პოლარული ნაერთის სორბირებას. ექსტრაქტს აორთქლებენ, ამ დროს გამხსნელი აქროლდება, ხოლო ნარჩენს (არაპოლარული და მცირედ პოლარული ნაერთები ე.ი. „ნავთობპროდუქტები“) წონიან.

ყველაზე შესაფერი არაპოლარული გამხსნელის შერჩევისას უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი: თუ საანალიზო წყალი გამჭირვალეა, მაშინ ყველა გამხსნელი შეიძლება იქნეს გამოყენებული (ჰექსანი, ოთხქლორიანი ნახშირბადი, პენტანი, პეტროლეინის ეთერი). ყველაზე უნჯობესია ჰექსანი. თუ საანალიზო წყალი მღვრია მასში მყარი ნაწილაკების არსებობის გამო, რომლებიც შეიძლება შეიცავდნენ ფისოვან ნივთიერებებს, მაშინ სჯობს გამოყენებული იქნას CCl_4 . იშვიათ შემთხვევაში ძალიან მღვრიე, ჭუჭყიანი წყლების ანალიზისას, რომლებიც შეიცავენ დიდი რაოდენობით ფისებს, რეკომენდებულია ექსტრაქცია მოხდეს ქლოროფორმით, შემდეგ ქლოროფორმი უნდა მოვაშროთ აორთქლებით და ნარჩენი გაიხსნას ჰექსანში ან ოთხქლორიან ნახშირბადში.

სინჯის აღება და შენახვა: სინჯი იღება მინის ჭურჭელით. თუ სინჯი არ დამუშავდა ალების დღეს, ის უნდა დავაკონსერვოთ 5 მლ CCl_4 -ით 1ლ სინჯზე, გავაცივოთ $2-5^\circ\text{C}$ ტემპერატურამდე. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 24 სთ. სინჯის აღებამდე ჭურჭელი უნდა გამოირეცხოს ექსტრაქციისათვის გამოყენებული ნივთიერებით. სინჯის ალების შემდეგ აუცილებელია ექსტრაქციისათვის გამოყენებული ნივთიერების დამატება განსაზღვრის მეთოდის შესაბამისად ან ექსტრაქციის ადგილზე ჩატარება.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა უნდა იყოს $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$, ატმოსფერული წნევა 84,0-106,7 კპა (630-800 მმ. ვრცხ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა კი არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: საშრობი კარადა, ექსიკატორი, ვენტილიატორი, ლაბორატორიული სასწორი, გამყოფი ძაბრი, ქიმიური ჭიქები, ბიუქსი ან ფაიფურის ჯამი, პიპეტები, ლაკმუსის ქაღალდი, მინის ბამბა.



1. HCl-ის 10 %-იანი ხსნარის მომზადება: 8,4 მლ კონც. მარილმჟავა ($\rho=1,19$ გ/მლ) გავხსნათ 100 მლ დისტილირებულ წყალში.
2. ქლოროფორმი (CHCl_3) ან ოთქლორიანი ნახშირბადი (CCl_4);
3. ჰექსანი (C_6H_{14});
4. ნატრიუმის სულფატი (Na_2SO_4) უწყლო. გამოყენების წინ გამოწვავენ და აცივებენ ექსიკატორში;
5. ალუმინის ოქსიდი (Al_2O_3).

სორბენტის სვეტის მომზადება: ავიღოთ 1 სმ დიამეტრის და 10 სმ სიგრძის მინის მილი, რომელშიც მირჩილულია ნასვრეტებიანი მინის ფირფიტა და რომლის ბოლო შევიწროებულია 1 მმ-მდე. ქვედა მხარეს მოვათავსოთ 1 სმ-ზე მინის ბამბა, შემდეგ 2-3 სმ-ზე სორბენტი - ალუმინის ოქსიდი (Al_2O_3) და შემდეგ ისევ მინის ბამბის თხელი ფენა. ხმარების წინ პირველად ჩავასხათ სუფთა 3-5 მლ ჰექსანი, ყოველი ანალიზისათვის კი საჭიროა ახალი სვეტის დამზადება. სორბენტად შეიძლება გამოყენებული იქნას ალუმინის ოქსიდი, ან სილიკაგელი.

ბიუქსის მომზადება: მოვათავსოთ ბიუქსი 1 სთ საშრობ კარადაში $105-110^\circ\text{C}$ -ზე და შემდეგ გავაცივოთ ექსიკატორში 2 სთ. გამოშრობის დროს საშრობში ბიუქს თავი მოვხადოთ, ასევე ექსიკატორშიც და აწონვის დროსაც.

ექსიკატორის მომზადება: ექსიკატორის ფსკერზე უნდა იყოს მოთავსებული მშთანთქმელები: სილიკაგელი (ტექნიკური), კონც. გოგირდმჟავა (H_2SO_4) ან კალციუმის ქლორიდი (CaCl_2)-აწონილი ფილტრის ქაღალდისა და ბიუქსის მუდმივი მასის შესანარჩუნებლად.

ანალიზის მსვლელობა:

ანალიზის დაწყებისას დაკონსერვებული ხსნარის მთელ მოცულობას დავუმატოთ HCl-ის 10 %-იანი ხსნარი, რათა pH გახდეს 5-ზე ნაკლები (ლაკმუსის ქაღალდი გაწითლდება). საანალიზოდ შეიძლება ავიღოთ $100\div 3000$ მლ წყალი.

გამყოფ ძაბრში გადავიტანოთ მთელი მოცულობა (ჩვენს შემთხვევაში 330 მლ) შემჟავებული სინჯი. დავუმატოთ 15 მლ ქლოროფორმი (ან 4 ქლორიანი ნახშირბადი (CCl_4)), ვანჯღრიოთ რამოდენიმე წუთი (თავზე მოვაძროთ და დავახუროთ) და დავაყოვნოთ 15 წთ ფენების განშრევებამდე. ჩამოვუშვათ ქვედა ქლოროფორმიანი ფენა კოლბაში. მეორეჯერ ისევე. მესამეჯერ კი ჭურჭელში, რომელშიც ნიმუში იყო, გამოვავლოთ 15 მლ ქლოროფორმი (ან CCl_4) და ჩავასხათ გამყოფ ძაბრში, რომელშიც ხდება ექსტრაქცია. შევანჯღრიოთ და ქვედა ფენა დაყოვნების შემდეგ ჩამოვუშვათ იმავე კოლბაში, რომელშიც ვაგროვებთ ექსტრაქტს.

კოლბა, ჩასხმული ექსტრაქტით, დავდგათ წყლის აბაზანაზე და ავაორთქლოთ მანამ, სანამ კოლბაში არ დარჩება ≈ 15 მლ ხსნარი. ეს დარჩენილი ხსნარი გადავიტანოთ ბიუქსზე, ან ფაიფურის ჯამზე. კოლბა გამოვრეცხოთ ქლოროფორმის (ან CCl_4 -ის) მცირე პორციით და ისიც ჩავასხათ ბიუქსში, ან ფაიფურის ჯამზე. თუ არ ჩაეთია, მაშინ აორთქლების პროცესში თანდათანობით დავუმატოთ. ბიუქსში მყოფი სითხე ამოვშროთ ვენტილიატორით, ვიდრე არ დარჩება 0,5 მლ ექსტრაქტი. შემდეგ აორთქლება გავაგრძელოთ მის გარეშე და ავწონოთ ყოველ 2 წთ-ში მანამ, სამან ორი მომდევნო აწონვა არ იქნება ერთნაირი (ე.ი. აორთქლება დამთავრებულია).

აორთქლების შემდეგ ბიუქსს დავაყაროთ გაუწყლოებისათვის წინასწარ გამომშრალი Na_2SO_4 , შემდეგ კი დავამუშაოთ 3-ჯერ $1\div 2$ მლ ჰექსანით და ჩავასხათ ალუმინის ოქსიდიან სვეტში, რომელიც წინასწარ რამოდენიმეჯერ ჩავრეცხოთ ჰექსანით. ბიუქსიდან (ან ჯამიდან) გადავიტანოთ სვეტში ჰექსანით პორციობით დამუშავებული სინჯი ისე, რომ ალუმინის ოქსიდიან სვეტში ყოველი შემდგომი პორციის ჩასხმისას სვეტში ჰექსანის დონე არ ჩამოვიდეს ალუმინის ოქსიდის ზედა ზღვარს ქვემოთ. სვეტს ქვეშ შედგმული აქვს აწონილი (მუდმივ წონამდე დაყვანილი) ბიუქსი (ან ჯამი). ბოლოს ალუმინის ოქსიდიან სვეტს ჩავავ-



ლოთ ჰექსანი და ისიც მოვათავსოთ იგივე ბიუქსში (ჯამში). ბიუქსიდან ჰექსანი ავორთქლოთ ისე, როგორც ქლოროფორმის აორთქლების დროს. ბოლოს აორთქლება გავაგრძელოთ ვენტილიატორის გარეშე. ბიუქსი ავწონოთ ყოველ 2 წუთში მუდმივი წონის მიყვანამდე (აწონვისას ბიუქს თავი დავახუთ, აორთქლებისას კი მოვხადოთ).

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: მცირედ აქროლადი ნავთობპროდუქტების კონცენტრაცია X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{(a - b) \cdot 1000 \cdot 1000}{V}$$

სადაც, a – ჯამის (ბიუქსის) წონა აორთქლების შემდეგ, გ;

b – სუფთა ჯამის (ბიუქსის) წონა, გ;

V – აღებული საანალიზო ხსნარის მოცულობა, მლ.



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რომელი მეთოდი გამოიყენება და რაში მდგომარეობს სულფატ-იონების მასური კონცენტრაციის განსაზღვრის მეთოდის არსი?
2. რომელი ნივთიერება გამოიყენება სულფატების აღმომჩენად?
3. როგორია სულფატ-იონების შემცველობის ხარისხობრივი შეფასება და რეკომენდებული მოცულობები?
4. როგორ ხდება ნალექიანი ფილტრის გამოშრობა და შემდეგ გამოწვა მუფელის ღუმელში?
5. როგორია ბიუქსის გამოშრობისათვის საჭირო ტემპერატურა?
6. როგორი არე უნდა შეიქმნას ანალიზის დაწყებისას?
7. ექსტრაქციისათვის რა ნივთიერება გამოიყენება?
8. რა ნივთიერება გამოიყენება სინჯის კონსერვაციისათვის და როგორია მისი რაოდენობა?



6.11. წყალბადმაჩვენებლის pH-ის განსაზღვრა

ელექტრომეტრული მეთოდით წყალბადიონების კონცენტრაცია განისაზღვრება პოტენციომეტრის საშუალებით, რომლის მოქმედება დაფუძნებულია იმაზე, რომ თუ მინის ელექტროდი ჩაშვებულია წყალბადის იონების შემცველ სითხეში, სითხესა და ელექტროდს შორის იქმნება პოტენციალთა სხვაობა. ელექტროდის პოტენციალის სიდიდე შეიძლება გაიზომოს, თუკი ამ ელექტროდს შედარების მიზნით ჩავრთავთ წრედში სხვა ელექტროდთან (კალომელის), რომლის პოტენციალიც ცნობილია.

სინჯის აღება და შენახვა: სინჯი იღება მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭელით. კონსერვაცია არ შეიძლება. განსაზღვრა კი უნდა ჩატარდეს რაც შეიძლება სწრაფად და უმჯობესია ალების ადგილზე.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა უნდა იყოს $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, ატმოსფერული წნევა 84,0-106,7 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა კი არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: pH მეტრები: "HANNA" - HI 2210, "HANNA" - HI 98140, „Checker“ - HI 98103 ან უნივერსალური იონომერი, ქიმიური ჭიქები, მზომი კოლბები, მინის ძაბრი, ბუფერული ხსნარები, ფილტრის ქაღალდი, უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდი, გამოხდილი წყალი, შემნახავი ხსნარი.

I. წყალბადმაჩვენებლის განსაზღვრა უნივერსალური იონომერით

მუშაობის დაწყებამდე იონომერი დავაყენოთ შემდეგ მდგომარეობაში: დავაჭიროთ ღილაკს „ანიონი“, „t“ და დიაპაზონს „-1÷19“. ტემპერატურის რეგულირების გადამრთველი (მდებარეობს ხელსაწყოზე უკანა მხარეს) უნდა იყოს მდგომარეობაში „ABT“.

დავარეგულიროთ ხელსაწყო ბუფერული ხსნარებით, შემდეგ კი განვსაზღვროთ საკვლევი ხსნარის pH შემდეგნაირად:

გავრეცხოთ, გავამშრალეთ და ჩავდეთ ელექტროდები საანალიზო ხსნარში. დავაჭიროთ ღილაკს „pH“ და დიაპაზონს „-1÷19“. ისარი გაჩერდება ქვედა სკალაზე 2 ციფრს შორის. დასაზუსტებლად დიაპაზონი „-1÷19“ გადავრთოდ იმ დიაპაზონზე, რომელზეც გაჩერდა ისარი ქვედა სკალაზე. ათვლა გავაგრძელოთ გადართული დიაპაზონის პირველი რიცხვიდან ზედა სკალაზე.

სამუშაოს დამთავრებისას ელექტროდები კვლავ გავრეცხოთ და ჩავდეთ დისტილირებულ წყალში.

შენიშვნა: ელექტროდები ყოველთვის მოთავსებული უნდა იყოს გამოხდილ წყალში.

II. საველე პირობებში წყალბადმაჩვენებლის (pH) გაზომვა იწარმოება სხვადასხვა საშუალებებით:

ა) უნივერსალური ინდიკატორული ქაღალდის საშუალებით: ინდიკატორული ქაღალდის ზოლი მოვათავსოთ წყლიან სინჯარაში 10-15 წმ-ის განმავლობაში. მიღებულ შეფერილობის ინტენსივობა დაუყვანებლივ შევადაროთ უნივერსალური ინდიკატორის თანმხლებ ფერად სკალას და მოვახდინოთ წყალბადმაჩვენებლის სიდიდის დაფიქსირება. წყალსატევის წყლის აქტიური რეაქცია უნდა იყოს 6,5÷8,5-ის ფარგლებში, სასმელი წყლისა კი 6÷9-ის ფარგლებში.

ბ) პორტატული pH მეტრით ("HANNA" – HI 98140):

- შევაერთოთ pH ელექტროდი შესაერთებელს, რომელიც მდებარეობს ხელსაწყოზე ზედა მხარეზე.
- ჩავრთოთ ხელსაწყო Of/Off ღილაკის დაჭერით.



სურ. 6.6. უნივერსალური ინდიკატორის ქარალდი



- ეკრანზე რამდენიმე წუთში გამოჩნდება ყველა მისაწვდომი სეგმენტი, შემდეგ კი კვების ელემენტის დარჩენილი რესურსის პროცენტული ჩვენება. ხელსაწყო მზადაა მუშაობისათვის.
- pH ელექტროდს მოვაცილოთ დამცავი ხუფი და ჩავუშვათ pH ელექტროდი საკვლევ ხსნარში მიახლოებით 3 სმ (1¼) სიმაღლეზე. საჭიროების შემთხვევაში დავაჭიროთ ღილაკს Range მანამ, სანამ ეკრანზე არ გამოისახება pH რეჟიმი. გავაჩეროთ ხსნარში ელექტროდი ზომიერებისა და სტაბილიზაციისათვის (გამოისახება სიმბოლო "Σ"). pH მნიშვნელობა ტემპერატურასთან ერთად გამოისახება ეკრანზე.
- გაზომვის შემდეგ გამოვრთოთ ხელსაწყო Of/Off ღილაკის დაჭერით.
- მოვხსნათ და გავასუფთაოთ ელექტროდი და შევინახოთ დამცავ ხუფში რამოდენიმე წვეთი შემნახავი ხსნარით.

გ) ჯიბის pH მეტრით („Checker“– HI 98103):

- შევავრთოთ ელექტროდი ანალიზატორთან.
- ჩავრთოთ „Checker“ გადამრთველით, რომელიც მდებარეობს ხელსაწყოზე ზედა მხარეს.
- მოვხსნათ დამცავი ხუფი და ჩავუშვათ pH ელექტროდის წვერო 4 სმ (1½) სიმაღლეზე საკვლევ ხსნარში.
- ფრთხილად მოვუროთ და დავაყოვნოთ სტაბილურ ჩვენებამდე. არასოდეს ჩავუშვათ სინჯში ღია ელექტროდი ისე, რომ მაქსიმალურად დაიფაროს იგი. შესაერთებელი კი ყოველთვის უნდა იყოს სუფთა და მშრალი.
- გამოყენების შემდეგ გავრეცხოთ ელექტროდი წყლით და შევინახოთ დამცავ ხუფში რამოდენიმე წვეთი შემნახავი ხსნარით.
- გამოყენების შემდეგ ყოველთვის გავუკეთოთ დამცავი ხუფი.

შენიშვნა: არ გამოიყენოთ ელექტროდის შენახვის მიზნით დისტილირებული წყალი.



სურ. 6. 7. pH მეტრი
“HANNA” -- HI 98140



სურ. 6.8.. pH მეტრი
„Checker“ - HI 98103



სურ. 6.9.. pH-მეტრი
ECOTestr pH-2

გ) pH-მეტრი ECOTestr pH-2

- მოვხსნათ სახურავი და Tester-ის ჩასართავად დავაჭიროთ  ღილაკს.
- ჩავუშვათ ელექტროდი 20 მმ სიმაღლეზე საკვლევ ხსნარში.
- ფრთხილად მოვუროთ და დაველოდოთ სტაბილურ ჩვენებას. pH მნიშვნელობა გამოისახება ეკრანზე,



- დავაჭიროთ  ღილაკს, რათა დავადასტუროთ ჩვენება. ეკრანი აინთება ერთხელ, შემდეგ გამოისახება მოციმციმე pH ჩვენება, რაც ნიშნავს რომ ტესტერი იმყოფება ლოდინის რეჟიმში, რომლის გასაუქმებლად დავაჭიროთ კიდევ ერთხელ (დავაცოვნოთ დაჭერილ მდგომარეობაში)  ღილაკს.
- Tester-ის გამოსართავად დავაჭიროთ  ღილაკს.
შენიშვნა: გამოუყენლობის შემთხვევაში „Tester“ ავტომატურად გამოირთვება 8,5 წთ-ის შემდეგ.

pH-ის განსაზღვრა სტაციონალური pH-მეტრით - იხ. თავი-ქიმიური ექსპერიმენტის ტექნიკა „pH-მეტრის აღწერა, მუშაობის პრინციპი და უსაფრთხოების ტექნიკა“.



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. განსაზღვრეთ ერთიდაიგივე ხსნარის pH უნივერსალური ინდიკატორისა და pH-მეტრის საშუალებით? რა შედეგები მიიღეთ? რა დასკვნებს გამოიტანთ?
2. გაეცანის pH-მეტრის პასპორტს. რას უდრის გაზომვის ცდომილება?
3. შეიძლება თუ არა სინჯის კონსერვაცია pH-ის გაზომვის წინ?
4. რა უფრო უმჯობესია წყლის pH-ის განსაზღვრისათვის - განსაზღვრა მაშინვე, სინჯის ალების ადგილზე თუ 5სთ-ის შემდეგ ლაბორატორიაში?



6.12. ქიმიური ანალიზის სამუშაოების შესრულება ტიტრიმეტრული მეთოდის გამოყენებით

6.12.1. საერთო სიხისტის განსაზღვრა სასმელ წყალში

მეთოდი ეფუძნება ინდიკატორის თანაობისას კალციუმის და მაგნიუმის იონებთან ტრილონ B-ს მტკიცე კომპლექსური წაერთის წარმოქმნას. განსაზღვრა ტარდება სინჯის ტიტრირებით ტრილონ B-ს ხსნარით, ინდიკატორ ერიოქრომ შავის თანაობისას, როცა pH=10-ს.

სინჯის აღება და შენახვა: სინჯის აღება ხდება მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭლით და არ კონსერვდება. დასაშვებია 48 სთ-ის განმავლობაში შენახვა, გარდა 70-ზე მაღალი ხვედრითი ელექტროგამტარობის სინჯებისა. დაუშვებელია გოგირდმჟავას გამოყენება. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 24 სთ.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა $(22 \pm 6)^{\circ}\text{C}$, ატმოსფერული წნევა 84-106 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

ხელშემშლელი პირობები: წყლის საერთო სიხისტის განსაზღვრას ხელს უშლის სპილენძის, თუთიის, მანგანუმის და კარბონატების მარილების მაღალი შემცველობა, რაც გაითვალისწინება ანალიზის მსვლელობისას.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ანალიზური სასწორი, შტატივი, ბიურეტი, კონუსური კოლბა, მზომი კოლბები და ცილინდრები, მინის პიპეტები, ძაბრი, ფილტრის ქაღალდი „ლურჯი ლენტა“.

1. ბიდისტილატი;

2. ტრილონ B ($\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{EDTA}$)=0,05 მოლ/დმ³ (0,05 N): 9,31 გ ტრილონ B გავხსნათ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მივიყვანოთ 1 ლ-მდე. თუ ხსნარი მღვრია, მაშინ გავფილტროთ. ინახება რამოდენიმე თვე;

3. ამონიუმის ბუფერული ხსნარი ($\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$): 10 გ ამონიუმის ქლორიდი (NH_4Cl) გავხსნათ ცოტაოდენ გამოხდილ წყალში (გახსნისათვის), დავუმატოთ 50 მლ 25%-იანი ამიაკის ხსნარი და მოცულობა მივიყვანოთ 500 მლ-მდე გამოხდილი წყლით;

4. 0,5%-იანი ინდიკატორის ხსნარი: 0,5 გ ერიოქრომ შავს (ანუ ქრომოგენ შავს) ან ქრომოგენ მუქი-ლურჯს დავუმატოთ 20 მლ ამონიუმის ბუფერული ხსნარი და შევავსოთ 100 მლ-მდე ეთილის სპირტით. ინდიკატორი ერიოქრომშავის ხსნარი ინახება 10 დღე, ხოლო ქრომოგენ მუქი-ლურჯის ხსნარი დიდხანს ინახება; ან

ინდიკატორის ფხვნილი: 0,25 გ ინდიკატორს შევურიოთ 50 გ მშრალი ნატრიუმის ქლორიდი (NaCl);

5. ნატრიუმის სულფიდის ხსნარი: 5 გ ნატრიუმის სულფიდის $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ან 3,7 გ $\text{Na}_2\text{S} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ გავხსნათ 100 მლ დისტილირებულ წყალში;

6. მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 1 %-იანი ხსნარი: 1 გ მარილმჟავა ჰიდროქსილამინი ($\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$) გავხსნათ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მივიყვანოთ 100 მლ-მდე.

შენიშვნა: ანალიზისათვის გამოყენებული ყველა რეაქტივი უნდა იყოს ქიმიურად სუფთა (ქ.ს.) ან სუფთა ანალიზისათვის (ს.ა.), ან მომზადებული შესაბამისი ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის მიხედვით.

ანალიზის მსვლელობა:

100 მლ განაფილტრ სინჯს (როცა კალციუმის და მაგნიუმის საერთო რაოდენობა არ აჭარბებს 0,5 მგ.ქქვ./ლ) ან მცირე რაოდენობას, მიყვანილს 100 მლ-მდე გამოხდილი წყლით, დავუმატოთ 5 მლ ამონიუმის ბუფერული ხსნარი და რამოდენიმე წვეთი (5-7 წვ.) ინდიკატორის 0,5%-იანი ხსნარი ან 0,1 გ მშრალი



ფხვნილი და მაშინვე გავტიტროთ ტრილონ B-ს 0,05 N ხსნარით, საანალიზო ხსნარის წითელი ფერის ლურჯ-მომწვანო ფერში გადასვლამდე. ჩავინიშნოთ ტრილონ B-ს დახარჯული რაოდენობა.

თუ ტრილონ B დაიხარჯა 10 მლ-ზე მეტი (ე.ი. კალციუმის და მაგნიუმის იონების ჯამური რაოდენობა მეტია 0,5 მგ.ექვ./ლ-ზე), მაშინ უნდა ავიღოთ საანალიზო სინჯი უფრო ცოტა და შევავსოთ 100-მდე დისტილირებული წყლით.

თუ გატიტრისას მივიღეთ გაურკვეველი შეფერილობა, ე.ი. მასში არის სპილენძი და თუთია. მის მოსაცილებლად სინჯს რეაქტივების დამატებამდე დავუმატოთ 1-2 მლ ნატრიუმის სულფიდი.

თუ სინჯი ბუფერული ხსნარისა და ინდიკატორის დამატების შემდეგ გაუფერულდა, გახდა ნაცრისფერი, ე.ი. მასში არის მანგანუმი. მის მოსაცილებლად სინჯს რეაქტივების დამატებამდე დავუმატოთ 5 წვეთი მარილმჟავა ჰიდროქსილამინის 1 %-იანი ხსნარი.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: წყლის საერთო სიხისტე X (მგ.ექვ./ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot N \cdot K \cdot 1000}{V}$$

სადაც: a – არის ტიტრირებაზე დახარჯული ტრილონ B-ს რაოდენობა, მლ;

N – MgSO_4 ან ZnCl_2 -ის ხსნარის ნორმალობა;

K – ტრილონ B-ს ნორმალობის შესწორების კოეფიციენტი;

V – საანალიზოდ აღებული წყლის სინჯის მოცულობა, მლ.

6.12.2. ნიმუშის წყლიან გამონაწვლილში კალციუმისა და მაგნიუმის იონების განსაზღვრა

მეთოდის არსი მდგომარეობს Ca^{2+} და Mg^{2+} -ის იონების ჯამური რაოდენობის განსაზღვრაში, რისთვისაც წყლიან გამონაწვლილს ტიტრავენ ტრილონ B-ს 0,05 N ხსნარით, ინდიკატორ ერიოქრომ შავის ($\text{pH}=8\div 10$) თანაობისას. შემდეგ ახდენენ მხოლოდ Ca^{2+} იონების რაოდენობის განსაზღვრას, რისთვისაც წყლიან გამონაწვლილს ტიტრავენ ტრილონ B-ს 0,05 N ხსნარით, ინდიკატორ მურექსიდის ($\text{pH}>11$) თანაობისას. მათ შორის სხვაობით კი ახდენენ Mg^{2+} იონების განსაზღვრას.

მეთოდის ჯამური ფარდობითი ცდომილება შეადგენს: 12,5 %-ს 100 გ ნიადაგში ($0,5\div 20$) მმოლ Ca^{2+} და Mg^{2+} იონების ექვივალენტური რაოდენობისთვის, 10 %-ს, როცა 100 გ ნიადაგში არის ($0,5\div 20$) მმოლ და 5%-ს - 100 გ ნიადაგში 6 მმოლს ზემოთ.

სინჯის აღება და მომზადება: ავიღოთ ჰაერზე გამომშრალი სინჯი, დავფხვნათ, გავცრათ 1-2 მმ-იან საცერში და შევინახოთ ყუთში ან პაკეტებში. ანალიზისათვის გადმოვყაროთ, ავურიოთ, გავშალოთ 1 სმ სისქემდე და ავიღოთ არა ნაკლებ ხუთი წერტილიდან 30 გ სინჯი.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ლაბორატორიული სასწორი, ელ. სა-რეველა, შტატივი, ბიურეტი, მზომი სინჯარები და ცილინდრები, მინის ძაბრები, პიპეტები ან დოზატორი, კონუსური კოლბები.

1. მურექსიდი;

2. ინდიკატორის 0,5%-იანი ხსნარი: 0,5 გ ინდიკატორი ერიოქრომ შავი T (ანუ ქრომოგენ შავი) გავხსნათ 10 მლ ამონიუმის ბუფერულ ხსნარში და დავუმატოთ 90 მლ ეთილის სპირტი. ინდიკატორი ერიოქრომ შავის ხსნარი ინახება მაცივარში 2 თვის მანძილზე; ან



ინდიკატორის ფხვნილი: 0,5 გ ინდიკატორ ერიოქრომ შავს T (ანუ ქრომოგენ შავი) შევურიოთ 50 გ ნატრიუმის ქლორიდი (NaCl). ინახება ნუქი ფერის ჭურჭელში 1 წლის მანძილზე;

3. **ამონიუმის ბუფერული ხსნარი (NH₄Cl + NH₄OH):** 20 გ ამონიუმის ქლორიდი (NH₄Cl) გავხსნათ ცოტაოდენ გამოხდილ წყალში (გახსნისათვის), დავუმატოთ 100 მლ 25%-იანი ამიაკის ხსნარი და მოცულობა მივიყვანოთ 1 ლ-მდე გამოხდილი წყლით. ხსნარი ვარგისია ორი თვის მანძილზე;
4. **NaOH-ის 10%-იანი ხსნარი:** 10 გ ნატრიუმის ტუტე გავხსნათ მცირე რაოდენობის დისტილირებულ წყალში მოცულობა მივიყვანოთ 100 მლ-მდე;
5. **ტრილონ B (½Na₂EDTA)=0,05 მოლ/დმ³ (0,05 N):** 9,31 გ ტრილონ B გავხსნათ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მივიყვანოთ 1 ლ-მდე. თუ ხსნარი მღვრიეა, მაშინ გავფილტროთ. ინახება სამი თვის მანძილზე.

ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება: ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მოსამზადებლად ავიღოთ ჰაეროვანი მშრალი ნიადაგი, 30 გ ავწონოთ ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით (ანალიზისათვის დასაშვებია 25-30 გ სინჯის აღება), მოვათავსოთ კონუსურ კოლბაში და დავუმატოთ 150 მლ დისტილირებული წყალი (წონითი თანაფარდობა 1:5); კოლბას დავახუროთ თავსახური, ვანჯღრიოთ 3 წთ-ის განმავლობაში და მოვახდინოთ ფილტრირება ფილტრის ქაღალდით, რომელიც წინასწარ ცხელი წყლით ჩავრეცხოთ. ფილტრის ქაღალდი უნდა მოვათავსოთ ძაბრის ზედაპირიდან 0,5-1 სმ-ის ქვემოთ.

ფილტრატის პირველი პორცია მღვრიეა. მას შემდეგ, რაც ფილტრატი გამჭირვალე გახდება, ფილტრატის ძაბრის ქვეშ დავდგათ ახალი კოლბა, ხოლო მღვრიე ფილტრატი დავასხათ იგივე ფილტრზე. მიღებული გამჭვირვალე ფილტრატი წარმოადგენს წყლიან გამონაწვლილს და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ქიმიური გამოკვლევებისათვის.

ანალიზის მსვლელობა:

Ca²⁺ და Mg²⁺-ის იონების ჯამური რაოდენობის განსაზღვრა: 10 მლ ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილი ჩავასხათ კონუსურ კოლბაში, დავუმატოთ 5 მლ ამონიუმის ბუფერული ხსნარი, ასევე ინდიკატორ ერიოქრომ შავის რამდენიმე კრისტალი და მაშინვე გავტიტროთ ტრილონ B-ს 0,05 N ხსნარით, საანალიზო ხსნარის ღვინისფერ-წითელი ფერის ლურჯ ფერში გადასვლამდე. ჩავინიშნოთ ტრილონ B-ს დახარჯული რაოდენობა. ცდა გავიმეოროთ ორჯერ და ავიღოთ საშუალო არითმეტიკული.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: Ca²⁺ და Mg²⁺ იონების მმოლ-ექვივალენტის ჯამური რაოდენობა (X) საანალიზო სინჯში (100გ ნიადაგში, ან 1000 მლ გამონაწვლილში) გამოითვლება ფორმულით:

$$X(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) = \frac{a \cdot C \cdot 500}{V} \quad (\text{მმოლ} - \text{ექვ./100გ ნიადაგში})$$

სადაც: a – არის ტიტრირებაზე დახარჯული ტრილონ B-ს მოცულობა, მლ;

C – ტრილონ B-ს (½Na₂EDTA) კონცენტრაცია (N), მოლ/დმ³;

V – ანალიზისათვის აღებული ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მოცულობა, მლ;

500 – 100 გ ნიადაგზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

Ca²⁺ იონების რაოდენობის განსაზღვრა: 10 მლ ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილი ჩავასხათ კონუსურ კოლბაში, დავუმატოთ 2,5 მლ NaOH-ის 10%-იანი ხსნარი (ძლიერი ტუტე არეს შესაქმნელად), ინდიკატორ მურექსიდის რამდენიმე კრისტალი და მაშინვე გავტიტროთ ტრილონ B-ს 0,05 N ხსნარით, საანალიზო ხსნარის ვარდისფერის ლურჯ-იისფერში გადასვლამდე. ჩავინიშნოთ ტრილონ B-ს დახარჯული რაოდენობა. ცდა გავიმეოროთ სამჯერ და ავიღოთ საშუალო არითმეტიკული.

Ca²⁺ იონების მმოლ-ექვივალენტის რაოდენობა 100გ ნიადაგში გამოითვლება ფორმულით:



$$X(\text{Ca}^{2+}) = \frac{b \cdot C \cdot 500}{V} \quad (\text{მმოლ} - \text{ექვ./100გ ნიადაგში})$$

ანუ

$$X(\text{Ca}^{2+}) = \frac{b \cdot C \cdot 500}{V} \cdot 20,04 \quad (\text{მგ/100გ ნიადაგში})$$

სადაც: b – არის ტიტრირებაზე დახარჯული ტრილონ B-ს მოცულობა, მლ;

C – ტრილონ B-ს კონცენტრაცია (N), მოლ/დმ³;

V – ანალიზისათვის აღებული ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მოცულობა, მლ;

500 – 100 გ ნიადაგზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

Mg^{2+} -ის იონების რაოდენობა გამოითვლება ჯამური რაოდენობისა და Ca^{2+} იონების რაოდენობის სხვაობით:

$$X(\text{Mg}^{2+}) = \frac{(a - b) \cdot C \cdot 500}{V} \quad (\text{მმოლ} - \text{ექვ./100გ ნიადაგში})$$

ანუ

$$X(\text{Mg}^{2+}) = \frac{(a - b) \cdot C \cdot 500}{V} \cdot 12,15 \quad (\text{მგ/100გ ნიადაგში})$$

ნიადაგში Ca^{2+} იონების მასური წილი საანალიზო ნიადაგში, %-ში, გამოითვლება ფორმულით:

$$X_1 = X(\text{Ca}^{2+}) \cdot 0,02$$

სადაც: $X(\text{Ca}^{2+})$ – არის კალციუმის იონის ექვივალენტის რაოდენობა, მმოლ-ექვ/100გ ნიადაგში;

0,02 – %-ზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

ნიადაგში მაგნიუმის იონების მასური წილი საანალიზო ნიადაგში (%-ში), გამოითვლება ფორმულით:

$$X_2 = X(\text{Mg}^{2+}) \cdot 0,0122$$

სადაც: $X(\text{Mg}^{2+})$ – არის მაგნიუმის იონის ექვივალენტის რაოდენობა, მმოლ-ექვ./100 გ ნიადაგში;

0,0122 – %-ზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

6.12.3. წყალში გახსნილი ჟანგბადის (წგჟ) განსაზღვრა ბუნებრივ წყლებში

წყალში გახსნილი ჟანგბადის (წგჟ) მასური კონცენტრაციის ტიტრიმეტრული (იოდომეტრიული) მეთოდი დამყარებულია ფუძე არეში მანგანუმის ჰიდროქსიდთან წყალში გახსნილი ჟანგბადის რეაქციაზე, რომლის დროსაც წარმოიქმნება მანგანუმის შენაერთები. კალიუმის იოდიდის მოქმედების შედეგად გამოიყოფა იოდი, რომლის რაოდენობა ექვივალენტურია წყალში გახსნილი ჟანგბადისა და რომელიც ისაზღვრება გატიტვრით ნატრიუმის თიოსულფატის ხსნარით.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ლაბორატორიული ანალიზური სასწორი, თერმოსტატი ან საშრობი კარადა, ელ. ქურა, შტატივი, ბიურეტი, მინის ძაბრები, მზომი კოლბები და პიპეტები, ქიმიური ჭიქები, მზომი ცილინდრები (მენზურა), შლიფიანი ბრტყელძირიანი და კონუსური კოლბები, პეტრის ჯამები.

- 1. მანგანუმის სულფატის ხსნარი:** ავიღოთ 51,9 გ მანგანუმის სულფატი ($\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ან 59,6 გ $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, გავხსნათ გამოხდილ წყალში, ავანჯღრიოთ, გავფილტროთ და მივიყვანოთ 100 მლ-მდე დისტილატით. ხსნარი ვარგისია 3 თვის განმავლობაში;
- 2. მწვავე კალი + იოდიდის ხსნარი:** 15 გ KI გავხსნათ 20 მლ დისტილირებულ წყალში, ხოლო 50 გ KOH 50 მლ დისტილირებულ წყალში (ცალ-ცალკე). ორივე ხსნარი შევურიოთ ერთმანეთში და შევავსოთ 100



მლ-მდე გამოხდილი წყლით. თუ ხსნარი არაა გამჭვირვალე, დავაყვანოთ და შემდეგ გამჭვირვალე ხსნარი გადავიტანოთ სიფონით ან გავფილტროთ. ხსნარი ინახება მუქი ფერის მინის ჭურჭელში, რეზინის თავსახურით, 6 თვის მანძილზე;

3. გოგირდმჟავას (1:4) ხსნარი: 4 წილ გამოხდილ წყალში ფრთხილად ჩავასხათ 1 წილი H_2SO_4 . ხსნარი ვარგისია 6 თვის განმავლობაში;

4. სახამებელის 0,5%-იანი ხსნარი: 0,5 გ სახამებელი გავხსნათ 100 მლ გამოხდილ წყალში (ჯერ ცოტა ცივში, შემდეგ დავუმატოთ ცხელი გამოხდილი წყალი) და ვადულოთ 2-3 წთ, გაციების შემდეგ უნდა უნდა მოვახდინოთ კონსერვაცია 2-3 წვეთი ქლოროფორმით. ხსნარი ვარგისია 1 თვის განმავლობაში;

5. ნატრიუმის თიოსულფატი 0,02 N ხსნარი: ავიღოთ 0,1 N $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ სტანდარტ-ტიტრი (ფიქსანალი), გავრეცხოთ, ჩავდგათ ძაბრში და ჩავტეხოთ. შემდეგ კი ჩავრეცხოთ 500 მლ-მდე გამოხდილი წყლით და კარგად ავანჯღრიოთ. ეს არის 0,2 N ხსნარი;

მისგან დავამზადოთ 0,02 N ხსნარი: ავიღოთ 50 მლ 0,2 N ხსნარი და შევავსოთ 500 მლ-მდე გამოხდილი წყლით;

ან: 2,5 გ $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$ გავხსნათ 500 მლ დისტილირებულ წყალში. კონსერვაციის მიზნით დავუმატოთ 3 მლ ქლოროფორმი. ზუსტი კონცენტრაციის განსაზღვრა შეიძლება არა ნაკლებ 5 დღის შემდეგ. ხსნარი ინახება მუქი ფერის მინის ჭურჭელში.

6. კალიუმის იოდი (KI);

ანალიზის მსვლელობა:

250 მლ-იან მილესილთავიან შუშაში ჩავასხათ საანალიზო წყალი, გავავსოთ ბოლომდე და მოვათავსოთ პეტრის ჯამზე. პირამდე სავსე შუშას დავუმატოთ 1 მლ (როცა შუშის მოცულობა ნაკლებია 150 მლ-ზე) ან 2 მლ $MnSO_4$ -ის ხსნარი (როცა შუშის მოცულობა მეტია 150 მლ-ზე) შემდეგნაირად: სავსე პიპეტი ჩავწიოთ შუშაში ბოლომდე, ავუშვათ თითი და პიპეტი ნელა ამოვიღოთ. შემდეგ დავუმატოთ შესაბამისად 1 ან 2 მლ კალიუმის იოდიდი (KI), დავახუროთ თავი და კარგად შევანჯღრიოთ (15-20-ჯერ), წარმოიქმნება ნალექი. მოვათავსოთ თავდახურული სიბნელეში (10 წუთიდან 24 საათამდე) სრული დაღეძვისათვის.

შემდეგ გამოვიღოთ, დავუმატოთ 5 ან 10 მლ (გამომდინარეობს შუშის მოცულობიდან) H_2SO_4 (1:4) (შეიძლება მარილმჟავას გამოყენებაც) შემდეგნაირად: სავსე პიპეტი ფრთხილად ჩავწიოთ კოლბაში ნალექამდე, შემდეგ ავუშვათ თითი და პიპეტი ნელა ამოვიღოთ.

შუშას კვლავ დავახუროთ თავი და შევანჯღრიოთ ნალექის გახსნამდე და გადავასხათ დიდი ზომის კოლბაში (უმჯობესია 500 მლ-იანი კონუსური კოლბა), რომელშიც ვტიტრავთ; კოლბას გამოვავლოთ გამოხდილი წყალი და ისიც ჩავასხათ იმავე კოლბაში. გავტიტროთ 0,02 N Na-ის თიოსულფატის ხსნარით, სუსტი ყვითელი შეფერილობის მიღებამდე. შემდეგ დავუმატოთ 1 მლ ახალმომზადებული სახამებლის ხსნარი და გავაგრძელოთ გატიტრვა ლურჯი ფერის დაკარგვამდე.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: წყალში გახსნილი ჟანგბადი X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot K \cdot 0,02 \cdot 8 \cdot 1000}{V_1 - V_2} = \frac{a \cdot K \cdot 0,02 \cdot 8000}{V_1 - V_2} = \frac{a \cdot K \cdot 160}{V_1 - V_2}$$

სადაც: a – არის თიოსულფატის დახარჯული რაოდენობა, მლ;

K – თიოსულფატის ნორმალობის შესწორების კოეფიციენტი;

V_1 – საანალიზოდ აღებული სინჯის მოცულობა, მლ;

V_2 – რეაქტივების საერთო რაოდენობა, რომელიც დამატებულია ფიქსაციისათვის;

0,02 – ნატრიუმის თიოსულფატის ნორმალობა;

8 – ჟანგბადის ექვივალენტი;



1000 – მლ-ის ლიტრზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი;

წყალსატევის, სასმელი და სანიტარული წყალმომარაგების პუნქტებისათვის წყლის შემადგენლობისა და თვისებებისადმი წაყენებულ მოთხოვნების შესაბამისად გახსნილი ჟანგბადის შემცველობა სინჯში, რომელიც აღებულ იქნა დღის 12 სთ-მდე, არ უნდა იყოს 4 მგ O/დმ³-ზე ნაკლები წლის ნებისმიერი პერიოდისას.

6.12.4. ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნების (ქქმ) განსაზღვრა ბუნებრივ წყლებში

ბიქრომატი გოგირდმჟავიან არეში დუდილისას ახდენს უმრავლესი ორგანული და ზოგიერთი მინერალური ნივთიერების დაჟანგვას. ორგანული ნივთიერების სრული დაჟანგვისათვის კატალიზატორად უმატებენ ვერცხლის სულფატს (Ag_2SO_4), ხოლო ვერცხლისწყლის სულფატს (HgSO_4) ქლორიდების გავლენის გამოსარიცხად. ჭარბ ბიქრომატს საზღვრავენ გატიტვრით - მორის მარილით.

ქქმ ჩვეულებრივ გამოსახვენ ჟანგბადის ექვივალენტის მოლეზში. ამ სიდიდეს პოულობენ ჟანგბადის ხარჯის მიხედვით, რომელსაც ადგილი აქვს მინარევების ჟანგვისას ჭარბი კალიუმის ბიქრომატის თანაობისას. ქქმ ახასიათებს ნივთიერების დაჟანგვას მხოლოდ ნახშირბადის დიოქსიდის, წყლისა და ამიაკის წარმოქმნისას. ქქმ ვერ ახასიათებს ყველა იმ ორგანულ ნაერთების შემცველობას, რომლებიც იჟანგებიან ნახშირმჟავასა და წყლის წარმოქმნამდე. ამიტომ, სინჯში მკაცრი პირობების დროს გამაჟუჟყიანებელ ორგანულ ნაერთებს ჟანგავენ CO_2 -ის გამოყოფამდე, რომლის შთანთქმასაც ახდენენ ტუტის ხსნარით. ამ ხსნარის მჟავით ტიტრირების შედეგად პოულობენ საძიებელ სიდიდეს - საერთო ორგანულ ნახშირბადს.

კალიუმის ბიქრომატის კონცენტრაციის ცოდნით დაჟანგვამდე და დაჟანგვის შემდეგ გამოითვლება კალიუმის ბიქრომატის რა რაოდენობა დაიხარჯა წყლის დაჟანგვაზე.

სინჯის აღება და შენახვა: ა) სინჯის აღება ხდება მინის ჭურჭლით: თუ სინჯი არ დამუშავდა ალების დღეს, უნდა მოვახდინოთ კონსერვაცია 2 მლ კონც. გოგირდმჟავას (1:2) დამატებით ყოველ 100 მლ სინჯზე ($\text{pH} < 2$), გაცივება 5-10°C ტემპერატურამდე. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 5 დღე-ღამე.

ბ) სინჯის აღება ხდება პოლიმერული მასალის ჭურჭლით: თუ სინჯი არ დამუშავდა ალების დღეს, ის უნდა გავაცივოთ მინუს 20°C ტემპერატურამდე, შენახვა სიბნელეში. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 1 თვე.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა (22 ± 6)°C, ატმოსფერული წნევა 84-106 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ლაბორატორიული სასწორი, შტატივი, ბიურეტი, ელ. ქურა, მზომი კოლბები და პიპეტები, კონუსური კოლბება, მინის ძაბრები, მრგვალძირიანი 250 მლ-იანი კოლბა უკუმაცივრით, ქიმიური ჭიქები, ფილტრის ქაღალდი „ლურჯი ლენტა“.

1. **კალიუმის ბიქრომატის ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), 0,25 N. ძირითადი ხსნარი:** 6,129 გ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ წინასწარ გამომშრალი 105°C-ზე 2 სთ-ის განმავლობაში, გავხსნათ ცოტა დისტილირებულ წყალში 20°C-ზე და მივიყვანოთ წყლით 500 ლ-მდე. ინახება მუქი ფერის ჭურჭელში 6 თვე;
- 1.1. **კალიუმის ბიქრომატი ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), 0,025 N ხსნარი:** 50 მლ ძირითადი ხსნარი გავხსნათ და მივიყვანოთ დისტილირებული წყლით 20°C-ზე 500 მლ-მდე. ინახება მუქი ფერის ჭურჭელში 6 თვის მანძილზე;
2. **ვერცხლის სულფატი:** 5 გ Ag_2SO_4 გავხსნათ 1 ლ კონც. გოგირდმჟავაში. ხსნარი ინახება 6 თვე მუქი ფერის მინის ჭურჭელში;



3. ინდიკატორ N-ფენილანტრანილის მჟავას ხსნარი: 0,25 გ გავხსნათ 12 მლ მწვავე ნატრის ხსნარში და განვაზავოთ გამოხდილი წყლით 250 მლ-მდე; ან: ფეროინის ხსნარი: 2,43 გ ინდიკატორი გავხსნათ 100 მლ დისტილირებულ წყალში. ინდიკატორის ხსნარები ინახება 3 თვე მუქი ფერის მინის ჭურჭელში;
4. კონც. გოგირდმჟავა, სიმკვრივით 1,84 გ/სმ³;
5. ვერცხლისწყლის (II) სულფატი;
6. მორის მარილი (რკინისა (II) და ამონიუმის სულფატის ნარევი) 0,25 N ხსნარი: 49 გ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ გავხსნათ გამოხდილ წყალში, დავუმატოთ 10 მლ კონც. გოგირდმჟავა და გაციების შემდეგ მივიყვანოთ 500 მლ-მდე დისტილირებული წყლით. ხსნარი ვარგისია 6 თვის მანძილზე;
- 6.1. მორის მარილი (რკინის (II) და ამონიუმის სულფატი) 0,025 N ხსნარი: 50 მლ მორის მარილის 0,25 N ხსნარი გავხსნათ გამოხდილ წყალში და განვაზავოთ 500 მლ-მდე დისტილირებული წყლით. ხსნარი ვარგისია 3 თვის მანძილზე;

ანალიზის მსვლელობა:

განსაზღვრის წინ ძლიერ დაბინძურებულ წყლებს ანზავებენ ისე, რომ დახარჯული ბიქრომატის რაოდენობა არ აჭარბებდეს აღებული სინჯის 50 %-ს. სინჯს განზავების წინ ურევენ.

ა) როცა ქლორიდები 300 მგ/ლ-ზე ნაკლებია:

20 მლ გაფილტრული სინჯი, ან ნაკლები მოცულობა მიყვანილი გამოხდილი წყლით 20 მლ-მდე, მოვათავსოთ კოლბაში, დავუმატოთ 10 მლ 0,025 N კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი და 30 მლ ვერცხლის სულფატის გოგირდმჟავიანი ხსნარი, თანაბარი დუღილისათვის კი ჩავყაროთ მინის ბურთულეები ან პემზას ნატეხები. ნარევი ავურიოთ და უკუმაცივრის მიერთების შემდეგ ნარევი თანაბრად ვადუღოთ სილის აბაზანაზე 2 სთ.

გაციების შემდეგ მოვაშოროთ მაცივარი, კოლბაში დავუმატოთ 100 მლ გამოხდილი წყალი (უკუ მაცივარიც ჩავრეცხოთ) და ნარევი კვლავ გავაცივოთ. შემდეგ დავუმატოთ ინდიკატორი 3-4 წვეთი ფეროინის ხსნარი ან 10 წვეთი N-ფენილანტრანილის მჟავა. რეაქციაში შეუსვლელი ბიქრომატი გავტიტროთ 0,025 N მორის მარილით ინდიკატორ ფეროინის თანაობისას ლურჯ-მწვანედან მოწითალო-მოყავისფროში გადასვლამდე და N-ფენილანტრანილის მჟავას გამოყენებისას კი მოწითალო-იისფერიდან ლურჯ-მწვანეში გადასვლამდე.

ბ) როცა ქლორიდები 300 მგ/ლ-ზე მეტია:

20 მლ გაფილტრული სინჯი, ან ნაკლები მოცულობა მიყვანილი გამოხდილი წყლით 20 მლ-მდე, მოვათავსოთ კოლბაში, დავუმატოთ ვერცხლისწყლის (II) სულფატი (ყოველ 10 მგ-ზე 100 მგ HgSO_4) და მოვურიოთ. შემდეგ ანალიზი გავაგრძელოთ ისე, როგორც ზემოთაა აღწერილი. ე.ი. დავუმატოთ 10 მლ 0,025 N კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი და 30 მლ ვერცხლის სულფატის გოგირდმჟავიანი ხსნარი. ვერცხლისწყლის სულფატის დამატების შემდეგ შეიძლება წარმოიქმნას მცირე ნალექი, მაგრამ ის განსაზღვრას ხელს არ შეუშლის.

ასევე ჩავატაროთ ფუჭი (ნულოვანი) ცდა 20 მლ გამოხდილ წყალზე.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: ბიქრომატული ჟანგვადობა X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{(a - b) \cdot K \cdot 0,025 \cdot 8 \cdot 1000}{V}$$

სადაც: a – არის სინჯის გატიტრისას დახარჯული მორის მარილის რაოდენობა, მლ;

b – მორის მარილის რაოდენობა, დახარჯული ფუჭი ცდის გატიტვრაზე, მლ;

V – განსაზღვრისათვის აღებული სინჯის მოცულობა, მლ;

0,025 – კალიუმის ბიქრომატის ნორმალობა;



K – მორის მარილის ნორმალობის შესწორების კოეფიციენტი. თუ შესწორების კოეფიციენტი არის $0,995 \div 1,005$ ზღვრებში, მაშინ გამოთვლისას იგი შეიძლება უგულებელვყოთ;

8 – ჟანგბადის მგ-ექვივალენტი, მგ;

1000 – მლ-ის ლიტრზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რომელი ნივთიერება გამოიყენება ტიტრირებისათვის, როგორია მისი ნორმალობა და როგორ ხდება მისი მომზადება?
2. რას მიგვანიშნებს ბუფერული ხსნარისა და ინდიკატორის დამატების შემდეგ სინჯის გაუფერულება?
3. როგორ გამოითვლება და რა განზომილებაში იზომება წყლის სიხისტე?
4. როგორ მიმდინარეობს მაგნიუმის ტრილონომეტრიული განსაზღვრა?
5. რომელი ინდიკატორი გამოიყენება მაგნიუმის განსაზღვრისას?
6. რაში მდგომარეობს წყალში გახსნილი ჟანგბადის (წგჟ) მასური კონცენტრაციის განსაზღვრის იოდომეტრიული მეთოდის არსი?
7. რა გამოიყენება წყალში გახსნილი ჟანგბადის (წგჟ) რაოდენობის განსაზღვრის ანალიზის პროცესში ინდიკატორად?
8. ჟქმ-ის ანალიზის ჩატარებისას რომელი გამტიტრავი ნივთიერება გამოიყენება?
9. რისთვისაა საჭირო ფუჭი (ნულოვანი) ცდის ჩატარება?
10. როგორ გამოისახება ბიქრომატული მეთოდით ჟანგვადობის გამოსათვლელი ფორმულა და და გავანალიზოთ თითოეული კომპონენტი.
11. ჩაატარეთ წარმოდგენილი ანალიზის სამუშაოები ლაბორატორიაში მასწავლებლის მონაწილეობით და შედამხედველობით. შეადგინეთ შესაბამისი ოქმები.



6.13. ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის სამუშაოები ფოტომეტრული მეთოდის გამოყენებით

6.13.1. საერთო რკინის მასური კონცენტრაციის განსაზღვრა ზედაპირულ წყლებში

საერთო რკინის განსაზღვრის ფოტომეტრული მეთოდი ეფუძნება სუსტ მჟავა არეში რკინისა და სულფოსალიცილის მჟავას ურთიერთქმედებას, რომლის დროსაც სულფოსალიცილის მჟავა ურთიერთქმედებს რკინის (III) მარილთან და მიიღება კომპლექსური ნაერთის წითელი შეფერილობა, ხოლო სუსტ ფუძე არეში სულფოსალიცილის მჟავა ურთიერთქმედებს რკინის (II) და რკინის (III) მარილთან ყვითელი კომპლექსური მარილის წარმოქმნით.

სინჯის აღება და შენახვა: სინჯის აღება ხდება ბოროსილიკატური მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭლით. თუ სინჯი არ დამუშავდა აღების დღეს, უნდა მოვახდინოთ კონსერვაცია 2 მლ კონც. მარილმჟავას ან 2,5 მლ კონც. აზოტმჟავას დამატებით ყოველ 100 მლ სინჯზე ($\text{pH} < 2$). შენახვის მაქსიმალური ვადაა 24 დღე. რეკომენდებულია სწრაფი განსაზღვრა არამდგრადი მაჩვენებლების განსაზღვრის შემდეგ.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა (20 ± 5) $^{\circ}\text{C}$, ატმოსფერული წნევა 84,0-106,7 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ფოტოელექტროკოლორიმეტრი (ФЭК), შუქფილტრი ტალღის სიგრძით $\lambda = 425 \text{ ნმ}$ (იისფერი შუქფილტრი) და 50 მმ (ღია სინჯის დროს) ან 10 მმ (მუქი სინჯის დროს) ფენის სისქის კიუვეტით, ლაბორატორიული სასწორი, საშრობი კარადა, უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდი, მზომი კოლბები და ცილინდრები, კონუსური კოლბები, ქიმიური ჭიქები, პიპეტები, მინის ძაბრები, ფილტრის ქაღალდი „თეთრი ლენტა“.

1. კონცენტრირებული აზოტმჟავა;
2. წყალბადის ზეჟანგი;
3. კალიუმის როდანიდის (KCNS) 20 %-იანი ხსნარი: 20 გ კალიუმის როდანიდი გავხსნათ 100 მლ-მდე დისტილირებულ წყალში;
4. ამონიუმის ქლორიდის 2N ხსნარი: 107 გ NH_4Cl გავხსნათ გამოხდილ წყალში და მივიყვანოთ 1 ლ-მდე. ხსნარი ვარგისი 1 კვირის განმავლობაში;
5. ამიაკის ხსნარი (NH_4OH) (1:1): შევურიოთ კონც. ამიაკი და გამოხდილი წყალი თანაბარი რაოდენობით;
6. სულფოსალიცილის მჟავას ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 20 %-იანი ხსნარი: 20 გ სულფოსალიცილმჟავა გავხსნათ 80 მლ დისტილირებულ წყალში;
7. რკინა-ამონიუმის შაბი $[(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}]$, ძირითადი სტანდარტული ხსნარი: 0,8634 გ რკინა-ამონიუმის შაბი გავხსნათ დისტილირებულ წყალში, დავუმატოთ 2 მლ კონც. მარილმჟავა და გამოხდილი წყლით მოცულობა მივიყვანოთ 1 ლ-მდე. 1 მლ ხსნარს შეესაბამება 0,1 მგ რკინა. ხსნარი ვარგისია 1 თვის განმავლობაში;
- 7.1. მუშა ხსნარი: 50 მლ ძირითადი ხსნარი განვაზავოთ 500 მლ-მდე გამოხდილი წყლით. გამოიყენება ახლადმომზადებული. 1მლ ხსნარს შეესაბამება 0,01 მგ რკინა.

საკალიბრო მრუდის აგება: 100 მლ-იან საზომ კოლბებში ჩავასხათ რკინა-ამონიუმის ძირითადი და მუშა სტანდარტული ხსნარები ცხრილში მოცემული მონაცემების შესაბამისად:



სტანდარტების №	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
რკინა-ამონიუმის მუშა ხსნარი (0,01 მგ/მლ), (კიუვეტა 50 მმ), მლ	0,0	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0	-	-	-	-
ძირითადი ხსნარი (0,1 მგ/მლ), (კიუვეტა 10 მმ), მლ	-	-	-	-	-	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0
რკინის იონების შემცველობა, მგ/ლ	0,0	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	2,5	5,0	7,5	10,0

თითოეულს დავუმატოთ 2 მლ ამონიუმის ქლორიდი (NH_4Cl), შემდეგ 2 მლ სულფოსალიცილმჟავას 20%-იანი ხსნარი (ღია ვარდისფერი შეფერვა) და 2 მლ ამიაკის ხსნარი ($\text{pH } 7\div 8$, რომელსაც ვამოწმებთ ინდიკატორის ქაღალდით). მიიღება ყვითელი ფერი. მოცულობა მივიყვანოთ გამოხდილი წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად ავურიოთ. 5 წთ-ის შემდეგ გავზომოთ თითოეულის ოპტიკური სიმკვრივე $\Phi\text{MK-ზე}$ შუქფილტრით, ტალღის სიგრძით 425 ნმ (იისფერი შუქფილტრი) და 10 მმ და 50 მმ ფენის სისქის კიუვეტით. შემადარებელ ნიმუშად გამოვიყენოთ ფუჭი (ნულოვანი) ცდა.

ოპტიკური სიმკვრივებისა და კონცენტრაციების მიხედვით ავაგოთ საკალიბრო მრუდი, რისთვისაც აბსცისათა ღერძზე გადავზომოთ სტანდარტული სერიების ცნობილი კონცენტრაციები, ორდინატთა ღერძზე კი მათი შესაბამისი ოპტიკური სიმკვრივები.

ხარისხობრივი განსაზღვრა: 10 მლ სინჯს დავუმატოთ 1 წვეთი კონც. აზოტმჟავა, რამდენიმე წვეთი 5 %-იანი წყალბადის ზეჟანგი და 0,5 მლ 20 %-იანი კალიუმის როდანიდის ხსნარი. ვარდისფერ შეფერვას შეესაბამება რკინის შემცველობა $\approx 0,1$ მგ/ლ, უფრო მეტს კი წითელი შეფერვა.

ანალიზის მსვლელობა:

100 მლ სინჯს ან უფრო ნაკლებ რაოდენობას, რომელიც შეიცავს $0,01\div 1,0$ მგ რკინას, დავუმატოთ 0,5 მლ კონც. აზოტმჟავა და ავაორთქლოთ მცირე $1/3$ მოცულობამდე. შემდეგ გავფილტროთ 100 მლ მოცულობის საზომ კოლბაში ფილტრის ქაღალდით „თეთრი ლენტა“, ნალექიანი ფილტრი ჩავრეცხოთ და ფილტრატი მივიყვანოთ 90 მლ მოცულობამდე გამოხდილი წყლით. ასეთი გზით დამუშავებულ სინჯს დავუმატოთ 2 მლ ამონიუმის ქლორიდი (NH_4Cl), შემდეგ 2 მლ სულფოსალიცილმჟავას 20%-იანი ხსნარი (ღია ვარდისფერი შეფერვა) და 2 მლ ამიაკის ხსნარი ($\text{pH } 7\div 8$, რომელსაც ვამოწმებთ ინდიკატორის ქაღალდით). მიიღება ყვითელი ფერი. მოცულობა მივიყვანოთ გამოხდილი წყლით ნიშანხაზამდე და კარგად ავურიოთ. დავაყოვნოთ 5 წთ შეფერილობის დადგომამდე, ხოლო შემდეგ გავზომოთ ოპტიკური სიმკვრივე $\Phi\text{MK-ზე}$, 50 მმ ან 10 მმ ფენის სისქის კიუვეტით (საკალიბრო მრუდისა და სინჯისათვის უნდა გამოვიყენოთ ერთი და იგივე ზომის კიუვეტა).

ფუჭი (ნულოვანი) ცდა ზუსტად ისევე უნდა დავამუშავოთ, როგორც საკვლევი სინჯი, მხოლოდ საკვლევი ხსნარის მაგივრად გამოვიყენოთ დისტილატი. ე.ი. ერთდროულად ჩავატაროთ საკვლევი და დისტილირებული წყლების ანალიზი.

საკვლევი სინჯის მიღებული მნიშვნელობა ავითვალოთ ოპტიკური სიმკვრივის (ორდინატთა) ღერძზე, გავავლოთ აბსცისათა ღერძის პარალელური წრფე და ვიპოვოთ ამ წრფის საკალიბრო მრუდთან გადაკვეთის წერტილის გეგმილი X ღერძზე. მიღებული მნიშვნელობა წარმოადგენს საერთო რკინის კონცენტრაციას.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: საერთო რკინის შემცველობა X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:



$$X = \frac{C \cdot 100}{V}$$

სადაც: C – რკინის ნაპოვნი კონცენტრაცია საკალიბრო მრუდით, მგ/ლ;

100 – მოცულობა, სანამდეც განზავებულია სინჯი, მლ;

V – სინჯის მოცულობა, აღებული ანალიზისათვის, მლ.

6.13.2. ნიმუშის წყლიან გამონაწვლილში ნიტრატებისა და ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა

ნიტრატული აზოტის განსაზღვრის მეთოდი ეფუძნება ნიტრატების ურთიერთქმედებას დისულფოფენოლმჟავასთან, რომლის შედეგად წარმოიქმნება პიკრინის მჟავა, რომელიც ტუტე არეში გვამღევს ფენოლის ნიტროწარმოებულებს (კალიუმის, ნატრიუმის ან ამიაკის სამნიტროფენოლს, რეაქტივის დამატებიდან გამომდინარე), რომელიც ყვითლადაა შეფერილი.

კოლორიმეტრული განსაზღვრა მიმდინარეობს ფოტოელექტროკოლორიმეტრის ან სტანდარტული სკალის საშუალებით.

სინჯის აღება და მომზადება: ნიტრატების გაზომვისათვის უნდა ავიღოთ 20 გ ნიადაგი ანალიზის ჩატარების დღეს, ბუნებრივი ტენიანობის შენარჩუნებისათვის. გავწმინდოთ, დავფხვნათ და გავცრათ.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ფოტოელექტროკოლორიმეტრი (ФЭК), შუქფილტრით ტალღის სიგრძით $\lambda=400-440$ ნმ (ლურჯი შუქფილტრი) და 10-50 მმ ფენის სისქის კიუვეტით, ანალიზური სასწორი, წყლის აბაზანა. ელ. სარეველა, საშრობი კარადა, საცერი, ექსიკატორი, ბიუქსი, კონუსური კოლბები (250 მლ-იანი), მზომი ცილინდრები, მინის ძაბრები, პიპეტები ან დოზატორი, ფაიფურის ჯამები, ფილტრის ქაღალდი, ქიმიური ჭიქები.

- 1. დისულფოფენოლმჟავა:** 25 გ უფერული კრისტალური ფენოლი (თუ პრეპარატი შეიფერა, იგი გავწმინდოთ გადადენით) გავხსნათ 150 მლ კონც. გოგირდმჟავაში და უკუ მაცივრით გავაცხელოთ 6 სთ-ის განმავლობაში წყლის აბაზანაზე. ხსნარი შევინახოთ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში;
 - 2. ალუმინის სულფატის 13 %-იანი ხსნარი:** 13 გ $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ გავხსნათ გამოხდილი წყლით და მოცულობა მივიყვანოთ ამავე წყლით 100 მლ-მდე;
 - 3. კალიუმის ტუტის 7 %-იანი ხსნარი:** 7 გ KOH გავხსნათ და მივიყვანოთ მოცულობა დისტილირებული წყლით 100 მლ-მდე;
 - 4. კალიუმის სულფატის 10 %-იანი ხსნარი:** 10 გ K_2SO_4 გავხსნათ და მივიყვანოთ მოცულობა 100 მლ-მდე დისტილირებული წყლით;
 - 5. ნესლერის რეაქტივი;**
 - 6. ნატრიუმის ან კალიუმის ტუტის 20 %-იანი ხსნარი:** 20 გ NaOH ან KOH გავხსნათ 80 მლ დისტილირებული წყლით; ან:
წყლიანი ამიაკის 10 %-იანი ხსნარი: 44 მლ კონც. ამიაკი მივიყვანოთ 100 მლ-მდე დისტილირებული წყლით;
 - 7. კალიუმის ნიტრატი, სტანდარტული ხსნარი:** 0,1631 გ KNO_3 (წინასწარ გამომშრალი $105 \pm 2^\circ C$ -მდე და მიყვანილი მუდმივ წონამდე) გავხსნათ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მივიყვანოთ 1 ლ-მდე გამოხდილი წყლით. ხსნარი დავაკონსერვოთ 1 მლ ქლოროფორმის დამატებით, შევინახოთ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში. ამ ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,1 მგ NO_3^- -ს;
- 7.1. მუშა ხსნარი:** 50 მლ ძირითადი ხსნარი ამოვაშროთ წყლის აბაზანაზე ისე, რომ ჯამზე დარჩეს ერთი



წვეთი, რადგან ძლიერი ამოშრობისას მშრალ ნაშთში შეიძლება ნიტრატების გარკვეული რაოდენობა დაიკარგოს. გადმოვდგათ აბაზანიდან და ნაშთი ამოვაშროთ ჰაერზე. გაცივების შემდეგ მშრალ ნაშთს რამდენჯერმე დავუმატოთ რამოდენიმე მლ დისტილირებული წყალი, მთელი მოცულობა გადავიტანოთ 500 მლ-იან კოლბაში და შევავსოთ ნიშანხაზამდე. მიღებული ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,01 მგ ნიტრატის იონს ან 0,00226 მგ ნიტრატულ აზოტს. გამოიყენება მხოლოდ ახლადმომზადებული ხსნარი.

საკალიბრო მრუდის აგება: 100 (50) მლ-იან მზომ კოლბაში ჩავასხათ მიმდევრობით 0,0; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 15,0; 20,0; 25,0 და 30,0 მლ კალიუმის ნიტრატის მუშა ხსნარი. ყოველ ცილინდრს დავუმატოთ 1 მლ დისულფოფენოლმჟავა, მინის წკირით მოვურიოთ მშრალი ნაშთის მთლიან გახსნამდე და გავაგრძელოთ პროცესი ისე, როგორც ანალიზის მსვლელობაშია მითითებული. მივიღებთ ნიტრატების კონცენტრაციების სტანდარტულ სერიებს: 0,0; 0,01; 0,02; 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25 და 0,30 მგ /100 (50) მლ NO_3^- ;

ФЭК-ზე გავზომოთ თითოეული ხსნარის ოპტიკური სიმკვრივე, შუქფილტრით ტალღის სიგრძით $\lambda=(400-440)$ ნმ (ლურჯი შუქფილტრი). ოპტიკური სიმკვრივეებისა და კონცენტრაციების მიხედვით ავაგოთ საკალიბრო მრუდი, რისთვისაც აბსცისათა ღერძზე გადავზომოთ ნიტრატ იონების კონცენტრაციები (მგ/100 მლ), ორდინატთა ღერძზე კი მათი შესაბამისი ოპტიკური სიმკვრივეები.

ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება: ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მოსამზადებლად ავიღოთ 20 გ ახალი ნიადაგი, ავწონოთ ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით, მოვათავსოთ 150-200 მლ-იან კონუსურ კოლბაში და დავუმატოთ 100 მლ დისტილირებული წყალი. კოლბას დავახუროთ თავსახური, ვანჯღრიოთ 3 წთ-ის განმავლობაში და მაშინვე მოვახდინოთ ფილტრირება.

მიღებული გამჭვირვალე ფილტრატი უნდა იყოს უფერო. გაუფერულებისათვის 100 მლ გამონაწვლილს დავუმატოთ 3-5 გ გააქტივებული ნახშირი, ან გავფილტროთ ბოლომდე და ფილტრატს დავუმატოთ (0,6-2,0) მლ 13 %-იანი ალუმინის სულფატი (შეიძლება ალუმინ-კალიუმის შაბის გამოყენება) და (0,4-1,6) მლ 7 %-იანი კალიუმის ტუტე, კარგად ავურიოთ და ისევ გავფილტროთ.

ნიადაგში ნიტრატების რაოდენობის მიახლოებითი განსაზღვრა: სინჯარაში მოვათავსოთ 10 მლ გამონაწვლილი და დავუმატოთ 1 მლ დისულფოფენოლმჟავა ისე, რომ წვეთები დაეცეს წყლის ზედაპირს. შემდეგ დავუმატოთ 1 მლ 10 %-იანი ამიაკის ხსნარი. 20 წუთის შემდეგ შეფერილობა შევადაროთ ინტენსივობის სკალას:

ცხრილი 6.6

ფერი დათვალიერებისას გვერდიდან	ნიტრატების (NO_3^-) შემცველობა	
	მგ/1 ლ გამონაწვლილში	მგ/1 კგ ნიადაგში
მხოლოდ საკონტროლოსთან შედარებით	0,5	2,5
ოდნავ შესამჩნევი მოყვითალო	1,0	5,0
ძალიან სუსტი მოყვითალო	3,0	15,0
სუსტი მოყვითალო	5,0	25,0
ღია ყვითელი	10,0	50,0
ყვითელი	25,0	125,0
ძლიერი ყვითელი	50,0	250,0
მუქი ყვითელი	100,0	500,0



ანალიზის მსვლელობა:

50 (25) მლ საკვლევი გამჭირვალე და უფერო ფილტრატი მოვათავსოთ 100 (50) მლ-იან ფაიფურის ჯამზე და ავაორთქლოთ წყლის აბაზანაზე ისე, რომ ჯამზე დარჩეს ერთი წვეთი, რადგან ძლიერი ამოშრობისას მშრალ ნაშთში შეიძლება ნიტრატების გარკვეული რაოდენობა დაიკარგოს. გადმოვდგათ აბაზანიდან და ნაშთი ამოვაშროთ ჰაერზე.

გაცივების შემდეგ ნაშთს მოვავლოთ პიპეტით 1 მლ დისულფოფენოლმჟავა, მინის წკირით მოვურიოთ მშრალი ნაშთის მთლიან გახსნამდე და დავაყოვნოთ 10 წუთი. შემდეგ დავუმატოთ 10-15 მლ დისტილირებული წყალი და მინის წკირით მოვურიოთ, გასანეიტრალეზად მუდმივი მორევით წვეთობით დავუმატოთ 10 %-იანი ამიაკის ხსნარი ($\approx 5-6$ მლ), ან კალიუმის ან ნატრიუმის ტუტის 20 %-იანი ხსნარი ტუტე რეაქციის მიღებამდე (ლაკმუსის ქაღალდი გალურჯდება). ხსნარი მიიღებს ყვითელ შეფერვას. თუ ხსნარი აიმღვრა, ისევ დავუმატოთ 2-3 წვეთი ტუტის რომელიმე ხსნარი, თანაც გამუდმებით მოვურიოთ მინის წკირით.

ჯამზე მოთავსებული გაუფილტრავი ხსნარი ჩავასხათ 100 (50) მლ-იან მზომ კოლბაში, ჯამს რამოდენიმეჯერ მოვავლოთ დისტილირებული წყალი, ამავე წყლით შევავსოთ ნიშანხაზამდე და კარგად მოვურიოთ.

პარალელურად ჩავატაროთ საკონტროლო ნაკვეთიდან აღებული ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის კვლევა.

ნიტრატ იონის (ნიტრატების) შემცველობა ვიპოვოთ:

1. **სინჯარის შეფერილობისა და სტანდარტული ხსნარების სკალის ვიზუალური შედარების საფუძველზე.** სკალა გამოიყენება როგორც ვიზუალური შედარებისათვის, ისე საკალიბრო მრუდის ასაგებად.

ცხრილი 6.7

ნიტრატების შემცველობის სტანდარტული სკალა

რეაქტივები	სინჯარის ნომერი								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
კალიუმის ნიტრატის მუშა ხსნარი, მლ (0,01 მგ(NO_3^-)/ მლ-ში)	0	1	2	5	10	15	20	25	30
დისულფოფენოლმჟავა, მლ	1 მლ-ობით								
ამიაკის, Na ან K ტუტის ხსნარი, მლ	ტუტე რეაქციამდე								
დისტილირებული წყალი, მლ	100 (50) მლ-მდე								
ნიტრატების შემცველობა, მგ/100 (50)მლ	0,0	0,01	0,02	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3

2. **კოლორიმეტრული მეთოდით:** PbK -ის საშუალებით ნიადაგის გამონაწვლილში ნიტრატული აზოტის განსაზღვრა ხდება (400-440) ნმ ტალღის სიგრძის (ლურჯი შუქვილტრი) დროს 10-50 მმ ფენის სისქის კიუვეტებით. შემადარებელ ხსნარად გამოიყენება ფუჭი (ნულოვანი) ცდის შედეგად მიღებული ხსნარი.

გავზომოთ PbK -ზე ოპტიკური სიმკვრივე. მიღებული მნიშვნელობა ავითვალოთ ოპტიკური სიმკვრივის (ორდინატა) ღერძზე, გავავლოთ აბსცისათა ღერძის პარალელური წრფე და ვიპოვოთ ამ წრფის საკალიბრო მრუდთან გადაკვეთის წერტილის გეგმილი X ღერძზე. მიღებული მნიშვნელობა წარმოადგენს ნიტრატ იონების კონცენტრაციას.



საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: ნიტრატ იონების (ნიტრატების) შემცველობა X (მგ/კგ) 1 კგ ნიადაგში გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{C \cdot V_1 \cdot 1000}{m \cdot V_2} \cdot K$$

სადაც: C – არის ნიტრატ იონების კონცენტრაცია, რომელიც ნაპოვნია გამონაწვლილში საკალიბრო მრუდით, მგ/100 (50) მლ;

V_1 – გამონაწვლილის საერთო მოცულობა, მლ;

m – ნიადაგის რაოდენობა, აღებული წყლიანი გამონაწვლილის დასამზადებლად, გ;

V_2 – ანალიზისათვის აღებული წყლიანი გამონაწვლილის მოცულობა, მლ;

K – ნიადაგის ტენიანობის კოეფიციენტი (გამოითვლება მხოლოდ ახლადღებული ნიადაგისათვის). იგი იანგარიშება ფორმულით:

$$K = \frac{100}{100 + g}$$

სადაც: g – ტენიანობა, %.

1000 – 1 კგ ნიადაგზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

ნიტრატული აზოტის შემცველობა X_1 (მგN/კგ) 1 კგ ნიადაგში გამოითვლება ფორმულით:

$$X_1 = X \cdot 0,226$$

სადაც: X – არის ნიტრატ იონების შემცველობა 1 კგ ნიადაგში, მგ/კგ;

0,226 – ნიტრატების ნიტრატულ აზოტზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

მაგალითი: ნიადაგის სინჯიდან მასით 20 გ მიღებულია წყლიანი გამონაწვლილი მოცულობით ≈ 100 მლ. 50 მლ წყლიან გამონაწვლილში ნაპოვნია 0,7 მგ ნიტრატ იონები. ნიტრატ იონების შემცველობა X (მგ/კგ) 1 კგ ნიადაგში შეადგენს:

$$X = \frac{0,7 \cdot 100 \cdot 1000}{20 \cdot 50} = 70$$

ნიტრატული აზოტის შემცველობა X_1 (მგN/კგ) 1 კგ ნიადაგში იქნება:

$$X_1 = 70 \cdot 0,226 = 15,82$$



6.13.3. ამონიუმის იონის ან ამონიუმის აზოტის მასური კონცენტრაციის განსაზღვრა

ამონიუმის აზოტი განისაზღვრება ნესლერის რეაქტივის საშუალებით, რომელიც წარმოადგენს იოდო-ვანი ვერცხლისწყლის და იოდოვანი კალიუმის ორმაგ მარილს და რომელიც გახსნილია კალიუმის ტუტეში ($K_2HgI_4 + KOH$). ამონიუმის აზოტის შემცველ ხსნართან ნესლერის რეაქტივი გვაძლევს ყვითელ შეფერილობას იოდოვანი ვერცხლისწყალ ამონიუმის წარმოქმნის შედეგად.

თუ სინჯი მღვრია, ანალიზის დაწყებისას იგი გავფილტროთ ფილტრის ქაღალდით „თეთრი ლენტა“.

სინჯის აღება და შენახვა: სინჯის აღება ხდება მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭლით. თუ სინჯი არ დამუშავდა აღების დღეს, უნდა მოვახდინოთ კონსერვაცია 1 მლ კონც. გოგირდმჟავას დამატებით 1ლ სინჯზე, გაცივება $5-10^{\circ}C$ ტემპერატურამდე და შენახვა სიბნელეში. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 24 სთ (ან გაცივება $2-5^{\circ}C$ -მდე 6 სთ).

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა $(20 \pm 5)^{\circ}C$, ატმოსფერული წნევა $84,0-106,7$ კპა (630-800 მმ. ვრცხ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა არა უმეტეს 80%-ისა $25^{\circ}C$ ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ფოტოელექტროკოლორიმეტრი (ФЭК) შუქფილტრი ტალღის სიგრძით $\lambda = 425$ ნმ (იისფერი შუქფილტრი) და 10 ან 50 მმ ფენის სისქის კიუვეტით, ლაბორატორიული სასწორი, pH-მეტრი, ქიმიური ჭიქები, მზომი და ბრტყელძირა კოლბები, პიპეტები, მინის ძაბრები, კოლორიმეტრული სინჯარები, უნაცრო ფილტრის ქაღალდი „თეთრი ლენტა“, უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდი.

1. ბიდისტილატი;
2. ნესლერის რეაქტივი;
3. სეგნეტის მარილის 50%-იანი ხსნარი: 50 გ $KNaC_4H_4O_6 \cdot 4H_2O$ მივიყვანოთ ბიდისტილატით 100 მლ-მდე, დავუმატოთ $0,2 \pm 0,5$ მლ ნესლერის რეაქტივი. ხსნარი გამოიყენება გაუფერულების შემდეგ;
4. მწვავე ნატრის 15 %-იანი ხსნარი: 15 გ NaOH გავხსნათ 85 მლ ბიდისტილატში;
5. ამონიუმის ქლორიდის (NH_4Cl) სტანდარტული ხსნარები:

5.1. მუშა ხსნარი I: 0,2965 გ NH_4Cl მივიყვანოთ 1 ლ-მდე ბიდისტილატით. 1 მლ ხსნარს შეესაბამება 0,1 მგ NH_4^+ ;

5.2. მუშა ხსნარი II: 50 მლ I ხსნარი მივიყვანოთ 1 ლ-მდე ბიდისტილატით. 1 მლ ხსნარს შეესაბამება 0,005 მგ NH_4^+ ;

I და II ხსნარები გამოიყენება მომზადებისთანავე.

ამონიუმის იონის საკალიბრო მრუდის აგება: ავიღოთ 50 მლ-იანი 9 ცალი მზომი კოლბა, ჩავასხათ მიმდევრობით ამონიუმის ქლორიდის მუშა ხსნარი II ცხრილში მოცემული მონაცემების შესაბამისად.

შევავსოთ 50 მლ-მდე გამოხდილი წყლით.

თითოეულს დავუმატოთ 0,5-1 მლ სეგნეტის მარილი, შემდეგ კი 1მლ ნესლერის რეაქტივი და კარგად ავურთოთ. დავაყოვნოთ 10 წთ. გავზომოთ ФЭК-ზე ოპტიკური სიმკვრივე. შემადარებელ ნიმუშად გამოვიყენოთ ფუჭი (ნულოვანი) ცდით მიღებული ხსნარი.



ცხრილი 6.8.

სტანდარტების №	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ამონიუმის ქლორიდი, მუშა ხსნარი II (0,005 მგ/მლ), მლ კიუვეტა 50 მმ	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0	-	-	-
მუშა ხსნარი II (0,005 მგ/მლ), მლ კიუვეტა 10 მმ	-	-	-	-	-	6,0	8,0	10,0	40,0
ამონიუმის შემცველობა, მგ/ლ NH_4^+	0,0	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	4,0

ოპტიკური სიმკვრივებისა და კონცენტრაციების მიხედვით ავსებთ საკალიბრო მრუდი, რისთვისაც აბსცისათა ღერძზე გადავზომთ სტანდარტული სერიების ცნობილი კონცენტრაციები, ორდინატა ღერძზე კი მათი შესაბამისი ოპტიკური სიმკვრივები.

ამონიუმის იონის ხარისხობრივი განსაზღვრა: ავიღოთ 10 მლ საანალიზო წყალი, დავუმატოთ 1-2 წვეთი 50%-იანი სეგნეტის მარილის ხსნარი (ან რამოდენიმე კრისტალი), შევანჯღრიოთ, შემდეგ დავუმატოთ 0,5 მლ ნესლერის რეაქტივი. თუ გაყვითლდა, აიძვრა ან წარმოიქმნა მოყვითალო-მოყავისფრო ნალექი, ე.ი. მასში არის ამონიუმის იონი.

ორგანული ნივთიერებების, განსაკუთრებით ჰუმუსური მჟავების გაზრდილი რაოდენობით არსებობისას, რომლებიც იწვევენ ყავისფერი შეფერილობის გაძლიერებას ტუტე არეში, უნდა ჩატარდეს ფუჭი ცდა და ამ დროს დამატებული უნდა იქნას სეგნეტის მარილი და ნესლერის რეაქტივის მაგივრად მწვავე ნატრის 15 %-იანი ხსნარი.

მიღებული შეფერილობა შევადაროთ ცხრილში მოცემულ მონაცემებს და დავადგინოთ წყალში ამონიუმის იონის შემცველობის მიახლოებითი რაოდენობა.

ცხრილი 6.9

ამონიუმის იონის შემცველობის მიახლოებითი განსაზღვრა შეფერილობის მიხედვით

ფერი დათვალიერებისას გვერდიდან	ფერი დათვალიერებისას ზემოდან ქვემოთ	ამონიუმის იონის შემცველობა, მგ/ლ
არა	არა	არ აღინიშნება ან 0,05-ზე ნაკლებია
არა	განსაკ. სუსტი-მოყვითალო	0,05-0,1
განსაკ. სუსტი- მოყვითალო	სუსტი-მოყვითალო	0,05-0,3
სუსტი-მოყვითალო	მოყვითალო	0,3-0,5
ღია-ყვითელი	ღია-ყვითელი	0,5-1,0
ღია-ყვითელი	ყვითელი	1,0-2,0
ყვითელი	ინტენსიური მურა-ყვითელი	2,0-5,0
მღვრიე მკვეთრი-ყვითელი	მურა-ყვითელი, მღვრიე	5,0 და მეტი

ანალიზის მსვლელობა:

ავიღოთ 50 მლ (თუ მღვრია, უნდა გაიფილტროს) ან უფრო ნაკლები საანალიზო წყალი (უფრო ნაკლები მაშინ უნდა ავიღოთ, როცა ძლიერ ყვითელია ხსნარი, რადგან ამ დროს საკალიბრო მრუდზე ოპტიკური სიმკვრივის მაჩვენებლები არ ეტევა) და შევავსოთ ბიდისტილატით 50 მლ-მდე. დავუმატოთ 0,5-1 მლ სეგნეტის მარილი, შემდეგ კი 1მლ ნესლერის რეაქტივი და ავანჯღრიოთ. დავაყოვნოთ 10 წთ. გავზომოთ ФЭК -ზე ოპტიკური სიმკვრივე. შემადარებელ ნიმუშად გამოვიყენოთ ფუჭი (ნულოვანი) ცდა.



ანალოგიურად გაწარმოთ ფუჭი (ნულოვანი) ცდა. ზუსტად ისევე, მხოლოდ საკვლევი ხსნარის მაგივრად ავიღოთ ბიდისტილატი. ე.ი. ერთდროულად ჩავატაროთ საკვლევი და დისტილირებული წყლის ანალიზი.

საკვლევი სინჯის მიღებული მნიშვნელობა ავითვალთ ოპტიკური სიმკვრივის (ორდინატა) ღერძზე, გავავლოთ აბსცისათა ღერძის პარალელური წრფე და ვიპოვოთ ამ წრფის საკალიბრო მრუდთან გადაკვეთის წერტილის გეგმილი X ღერძზე. მიღებული მნიშვნელობა წარმოადგენს ამონიუმის იონების კონცენტრაციას.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: NH_4^+ იონების შემცველობა C_X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$C_X = \frac{C_{\text{კონც.}} \cdot 50}{V}$$

სადაც: $C_{\text{კონც.}}$ – არის NH_4^+ -ის კონცენტრაცია, ნაპოვნი საკალიბრო მრუდით, მგ/ლ;

V – სინჯის მოცულობა, აღებული ანალიზისათვის, მლ;

50 – მოცულობა, სანამდეც განზავებულია სინჯი, მლ.

ამონიუმის აზოტის შემცველობა X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = C_X \cdot 0,78$$

სადაც: 0,78 – არის ამონიუმის იონის ამონიუმის აზოტზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

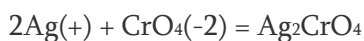
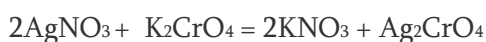
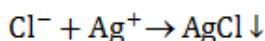
- რომელი მეთოდი გამოიყენება საკვლევ წყალში საერთო რკინის მასური კონცენტრაციის განსაზღვრისას და რაში მდგომარეობს მეთოდის არსი?
- რა დიაპაზონში ხდება საერთო რკინის განსაზღვრა ამ მეთოდით და თუ არ იმყოფება ამ ზღვრებში რა პირობების დაცვაა მაშინ საჭირო?
- რაში მდგომარეობს ნიადაგში ნიტრატული აზოტის განსაზღვრის მეთოდის არსი?
- როგორი ფერი მიუთითებს აღმომჩენი რეაქტივის დამატებისას ნიტრატების არსებობაზე?
- რას უდრის ნიტრატ-იონების განსაზღვრისათვის $\Phi\Xi K$ -ის შუქფილტრის საჭირო ტალღის სიგრძე?
- რისთვისაა საჭირო საკალიბრო მრუდის აგება?
- რა განსხვავებაა ნიტრატულ აზოტსა და ნიტრატ-იონს შორის, რას უდრის ნიტრატული აზოტის ნიტრატ-იონზე გადაყვანის კოეფიციენტი და როგორ გამოითვლება?
- ამონიუმის აზოტის განსაზღვრისას საკვლევ წყალზე ნესლერის რეაქტივის დამატებისას რა შეფერილობა მიიღება?
- როგორია ამონიუმის აზოტის შემცველობის განსაზღვრის მეთოდები?
- როგორია ფოტოელექტროკოლორიმეტრის შუქფილტრის საჭირო ტალღის სიგრძე და რა განზომილებაში იზომება იგი?
- რას უდრის ამონიუმის იონის ამონიუმის აზოტზე გადაყვანის კოეფიციენტი და როგორ გამოითვლება ამონიუმის აზოტი?
- ჩაატარეთ წარმოდგენილი ანალიზის სამუშაოები ლაბორატორიაში მასწავლებლის მონაწილეობით და შედამხედველობით. შეადგინეთ შესაბამისი ოქმები.



6.14. ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზის სამუშაოები არგენტომეტრული მეთოდის გამოყენებით

6.14.1. ქლორიდების მასური კონცენტრაციის განსაზღვრა სასმელ წყალში

ქლორიდების მასური კონცენტრაციის განსაზღვრის ტიტრიმეტრული მეთოდი დაფუძნებულია საანალიზო სინჯში ვერცხლის ნიტრატის დამატებისას მცირედ ხსნადი ვერცხლის ქლორიდის წარმოქმნაზე ნეიტრალურ ან სუსტ ტუტე არეში. ქლორიდების სრული დალექვის შემდეგ ჭარბი ვერცხლის იონები რეაგირებენ ინდიკატორ კალიუმის ქრომატთან და წარმოიქმნება ვერცხლის ქრომატის ნარინჯისფერ-მოყვითალო ნალექი.



სინჯის აღება და შენახვა: სინჯის აღება ხდება მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭლით. კონსერვაცია არ შეიძლება, ინახება ოთახის ტემპერატურაზე. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 1 თვე.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა $(22 \pm 6)^\circ\text{C}$, ატმოსფერული წნევა 84-106 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ანალიზური სასწორი, ბიურეტი, კონუსური კოლბები, მზომი ცილინდრები და ჭიქები, პიპეტები, მინის ძაბრები, უნაცრო ფილტრის ქაღალდი „თეთრი ლენტა“, უნივერსალური ინდიკატორი.

1. ნატრიუმის ტუტე;
2. კონც. აზოტმჟავა;
3. კალიუმის ქრომატის 5 %-იანი ხსნარი: 50 გ K_2CrO_4 გავხსნათ ცოტა დისტილირებულ წყალში და მოცულობა მივიყვანოთ დისტილატით 1 ლ-მდე;
4. ვერცხლის ნიტრატის ხსნარი: 2,40 გ AgNO_3 დისტილატით მივიყვანოთ 1 ლ-მდე. 1 მლ ხსნარი ექვივალენტურია 0,5 მგ Cl^- . ინახება მუქი ფერის ჭურჭელში;
5. ვერცხლის ნიტრატი 10 %-იანი ხსნარი: 10 გ AgNO_3 გავხსნათ 90 მლ დისტილირებულ წყალში და დავუმატოთ 1-2 წვეთი კონც. აზოტმჟავა. ინახება მუქი ფერის ჭურჭელში. ხსნარი ვარგისია 3 თვე;
6. ნატრიუმის ქლორიდის ხსნარი: 0,8245 გ NaCl , წიმასწარ გამოშრალი 105°C -ზე, გავხსნათ დისტილირებულ წყალში და მოცულობა მივიყვანოთ 1 ლ-მდე. ამ ხსნარის 1 მლ-ს შეესაბამება 0,5 მგ Cl^- .

ხარისხობრივი განსაზღვრა: სინჯარაში ჩავასხათ საკვლევი ხსნარის 5 მლ, დავუმატოთ 3 წვეთი ვერცხლის ნიტრატის (AgNO_3) 10 %-იანი ხსნარი და კარგად ავურიოთ. წარმოიქმნება თეთრი სიმღვრივე ან გამოიყოფა ნალექი. მიღებული შევადაროთ ქვემოთ მოყვანილ მონაცემებს და დავადგინოთ წყალში ქლორიდების მიახლოებითი რაოდენობა ცხრილი 6.10-ის გამოყენებით.



სინჯი სიმღვრივის მიხედვით	ქლორიდების საორიენტაციო შემცველობა, მგ/ლ
უმნიშვნელო ან სუსტი თეთრი სიმღვრივე	1 - 10
ძლიერი სიმღვრივე	10 - 50
ნელა დამლექადი მოცურავე ფანტელები	50 - 100
თეთრი ნალექი	100-ზე მეტი

ანალიზის მსვლელობა:

ავიღოთ 100 მლ საკვლევი წყალი ან მცირე რაოდენობა (10-50 მლ) და მივიყვანოთ 100 მლ-მდე დისტილირებული წყლით. სინჯის pH უნდა იყოს 6 ± 10 -მდე, (მჟავა და ტუტე სინჯებს ანეიტრალეზს შესაბამისად NaOH ან HNO₃ ხსნარებით, რომელსაც ამოწმებენ უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდით).

ორ კონუსურ კოლბაში მოვათავსოთ სინჯები და ორივეს დავუმატოთ 1 მლ კალიუმის ქრომატის (K₂CrO₄) 5 %-იანი ხსნარები. ერთი სინჯი გავტიტროთ AgNO₃-ის ხსნარით სუსტი ნარინჯისფერის მიღებამდე, მეორე კი გამოვიყენოთ, როგორც საკონტროლო სინჯი. ქლორიდების მნიშვნელოვანი შემცველობისას წარმოიქმნება AgCl-ის ნალექი, რომელიც ხელს უშლის განსაზღვრას. ამ შემთხვევაში განატიტრ პირველ სინჯს დავუმატოთ 2-3 წვეთი NaCl-ის ხსნარი ნარინჯისფერის გაქრობამდე, შემდეგ კი გავტიტროთ მეორე სინჯი, პირველს კი ვიყენებთ, როგორც საკონტროლო სინჯს.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: ქლორ-იონების შემცველობა X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot K \cdot g \cdot 1000}{V}$$

სადაც: a – AgNO₃-ის რაოდენობა, დახარჯული სინჯის გატიტრებაზე, მლ;

g – ქლორ-იონების რაოდენობა, რომელიც შეესაბამება 1 მლ AgNO₃-ის ხსნარს (ე.ი. 0,5), მგ;

K – AgNO₃-ის ნორმალობის შესწორების კოეფიციენტი;

V – საანალიზოდ აღებული სინჯის მოცულობა, მლ.



6.14.2. ნიმუშის წყლიან გამონაწვლილში ქლორიდ იონების განსაზღვრა

ქლორიდ იონების (ქლორიდების) განსაზღვრის მეთოდი წყლიან გამონაწვლილში დაფუძნებულია მათ დალექვაზე ვერცხლის ნიტრატის საშუალებით ინდიკატორად კალიუმის ქრომატის გამოყენებით, რომელიც უკავშირდება ჭარბ ვერცხლის ნიტრატს და ლიმონისფერი-ყვითელი შეფერილობა გადაჰყავს აგურის-ფერ-წითელ შეფერილობაში. ფერის ეს ცვლილება გვიჩვენებს ტიტრირების დასრულებას. ვერცხლის ქრომატი წარმოიქმნება მას შემდეგ, როცა პრაქტიკულად ყველა ქლორიდ იონები დაუკავშირდება ვერცხლის ქლორიდს.

სინჯის აღება და მომზადება: ავიღოთ ჰაერზე გამომშრალი სინჯი, დავფხვნათ, გავცრათ 1-2 მმ-იან საცერში და შევინახოთ ყუთში ან პაკეტებში. ანალიზისათვის გადმოვყაროთ, ავურიოთ, გავშალოთ 1 სმ სისქემდე და ავიღოთ არა ნაკლებ ხუთი წერტილიდან 30 გ სინჯი.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ლაბორატორიული სასწორი, ექსიკატორი, ელ. სარეველა, მუფელის ღუმელი, საცერი, ბიურეტი, კონუსური კოლბები (250 მლ-იანი), მზომი ცილინდრები და კოლბები, ქიმიური ჭიქები, მინის ძაბრები, პიპეტები ან დოზატორი, ფაიფურის ჯამები, ფილტრის უნაცრო ქაღალდი.

1. **კალიუმის ქლორიდის 0,1 მოლ/დმ³ (0,1 N) ხსნარი:** 7,456 გ KCl (წინასწარ გამომწვარი 500°C-ზე და მიყვანილი მუდმივ წონამდე), გავხსნათ დისტილირებულ წყალში და მოცულობა მივიყვანოთ 1 ლ-მდე. ხსნარი ვარგისია 1 წლის განმავლობაში, მაგრამ ამღვრევის, ფიფქების ან ნალექის წარმოქმნის შემთხვევაში გამოსაყენებლად უვარგისი ხდება.

დასაშვებია კალიუმის ან ნატრიუმის სტანდარტ-ტიტრის (ფიქსანალის) გამოყენება;

1.1. **კალიუმის ქლორიდის 0,01 N ხსნარი:** ავიღოთ 10 მლ 0,1 N ხსნარი და მივიყვანოთ 100 მლ-დე დისტილირებული წყლით. ხსნარი მზადდება გამოყენების დღეს;

2. **კალიუმის ქრომატის (K₂CrO₄) 10%-იანი ხსნარი:** ავიღოთ 10 გ კალიუმის ქრომმჟავა და მივიყვანოთ 100 მლ-მდე დისტილირებული წყლით;

3. **ვერცხლის ნიტრატის 0,02 მოლ/დმ³ (0,02 N) კონცენტრაციის ხსნარი:** ავიღოთ 3,4 გ AgNO₃ (აწონვის ცდომილება 0,1 გ-მდე) და მივიყვანოთ 1 ლ-მდე დისტილირებული წყლით. სიმღვრის წარმოქმნის შემთხვევაში გავაჩეროთ რამოდენიმე დღე და შემდეგ გამჭირვალე ხსნარი გადავიტანოთ მუქი ფერის ჭურჭელში. ხსნარი ვარგისია 2 თვის განმავლობაში.

ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება: ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მოსამზადებლად ავიღოთ ჰაეროვანი მშრალი ნიადაგი, 30 გ ავწონოთ ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით (ანალიზისათვის დასაშვებია 25-30 გ სინჯის აღება), მოვათავსოთ კონუსურ კოლბაში და დავუმატოთ 150 მლ დისტილირებული წყალი (წონითი თანაფარდობა 1:5); კოლბას დავახუროთ თავსახური, ვანჯღრიოთ 3 წთ-ის განმავლობაში და გავაჩეროთ 5 წთ დასაწდომად.

ანალიზის მსვლელობა:

კოლბაში ჩავასხათ საკვლევი ნიადაგის გამონაწვლილის 2-20 მლ (20 მლ, როცა შეიცავს მყარ ნარჩენს 0,7 %-მდე; 10 მლ—როცა შეიცავს მყარი ნარჩენს 0,7-1,5 %-ს და 2 მლ, როცა მყარი ნარჩენი არის 1,5 %-ზე მეტი), დავუმატოთ 20-30 მლ-მდე დისტილირებული წყალი, 1 მლ კალიუმის ქრომატის (K₂CrO₄) 10%-იანი ხსნარი და გავტიტროთ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარით, რომლის 1 მლ ბოჭავს ქლორიდიონების 1 მგ-ს, ყვითელიდან მურა-წითელ ფერში გადასვლამდე.

ანალიზისათვის დასაშვებია იმ სინჯის გამონაწვლილის გამოყენება, რომლითაც ტარდება კარბონატ და ბიკარბონატ-იონების განსაზღვრა.



პარალელურად სრულდება საკონტროლო ნაკვეთიდან აღებული ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის ანალიზი, ყვითელი ფერიდან წითელ-მოყავისფრო შეფერვის მიღებამდე.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით:

I. ქლორიდ იონების ექვივალენტის რაოდენობა (X), მმოლი/100 გ ნიადაგში, გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{a \cdot C \cdot 500}{V} \quad (\text{მმოლ} - \text{ექვ./100 გ ნიადაგში})$$

ანუ

$$X = \frac{a \cdot C \cdot 500}{V} \cdot 35,45 \quad (\text{მგ/100 გ ნიადაგში})$$

სადაც: a – არის ტიტრირებაზე დახარჯული ვერცხლის ნიტრატის რაოდენობა, მლ;

C – ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის კონცენტრაცია (N), მმოლ/სმ³;

V – ანალიზისათვის აღებული ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მოცულობა, მლ;

500 – გადაანგარიშების კოეფიციენტი 100 გ ნიადაგზე.

ნიადაგში ქლორიდ იონების მასური წილი %-ში, გამოითვლება ფორმულით:

$$X_1 = X \cdot 0,0355$$

სადაც: X – არის ქლორიდ იონების ექვივალენტის რაოდენობა, მმოლი-ექვ./100 გ ნიადაგში;

0,0355 – %-ზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

შედეგებს გამოსახავენ მმოლი/100 გ ნიადაგში (მგ/100 გ ნიადაგში), ან %-ში, რომელთაც ამრგვალევენ მეათასეთამდე.

II. კოლბაში ჩავასხათ საკვლევი ნიადაგის გამონაწვლილის 100 მლ, დავუმატოთ 1 მლ კალიუმის ქრომმჟავას (K2CrO4) 10%-იანი ხსნარი და გავტიტროთ ვერცხლის ნიტრატის ხსნარით, რომლის 1 მლ ბოჭავს ქლორიდ-იონების 1 მგ-ს.

1 კგ ნიადაგში ქლორიდების რაოდენობა (მგ/კგ) გამოიანგარიშება ფორმულით:

$$X = \frac{C \cdot V_1 \cdot 1000}{m \cdot V_2}$$

სადაც: V₁ – არის გამონაწვლილის საერთო მოცულობა, მლ;

C – ტიტრირებაზე დახარჯული ვერცხლის ნიტრატის რაოდენობა, მლ;

m – ნიადაგის რაოდენობა, აღებული წყლიანი გამონაწვლილის დასამზადებლად, გ;

V₂ – ანალიზისათვის აღებული წყლიანი გამონაწვლილის მოცულობა, მლ;

1000 – 1 კგ ნიადაგზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

მაგალითი. ნიადაგის სინჯიდან მასით 30 გ მიღებულია წყლიანი გამონაწვლილი მოცულობით ≈120 მლ. 100 მლ წყლიანი გამონაწვლილის ტიტრირებაზე დაიხარჯა ვერცხლის ნიტრატის ხსნარის 5 მლ, რომლის 1 მლ ლექავს 1 მგ ქლორიდ-იონებს. შესაბამისად, საკვლევი ნიადაგში ქლორიდების შემცველობა იქნება:

$$X = \frac{5 \cdot 120 \cdot 1000}{30 \cdot 100} = 200$$

ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების შემცველობის ერთეულს წარმოადგენს ნივთიერების რაოდენობა მილიგრამებში 1 კგ ნიადაგზე (მგ/კგ).



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

13. რა ერთეულით იზომება ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების შემცველობა?
14. როგორ იცვლება ქლორიდების დიდი რაოდენობით არსებობისას ორგანოლეპტიკური მახასიათებლები?
15. რომელი მეთოდი გამოიყენება საკვლევ წყალში ქლორიდების შემცველობის განსაზღვრისას და რაში მდგომარეობს მეთოდის არსი?
16. რა დიაპაზონში ხდება ქლორიდების განსაზღვრა ამ მეთოდით და თუ არ იმყოფება ამ ზღვრებში რა პირობების დაცვა მაშინ საჭირო?
17. აღწერეთ როგორ უნდა დავამზადოთ ვერცხლის ნიტრატი 10 %-იანი ხსნარი
18. ჩაატარეთ წარმოდგენილი ანალიზის სამუშაოები ლაბორატორიაში მასწავლებლის მონაწილეობით და შედამხედველობით.



რეკომენდებული ლიტერატურა და სასწავლო მასალები

- ❖ ც. ღუდუშაური. ანალიზის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები. თბილისი, 2008, 340 გვ.
- ❖ გ. ცინცაძე, თ. წივწივაძე, ნ. იმნაძე, ე. თოფურია, თ. ტუსიაშვილი. მასალების ანალიზის ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები. თბილისი, 2009, 81 გვ.
- ❖ ც. თურქაძე, მ. კუხიანიძე. კომპლექსური მეთოდური მითითებანი ლაბორატორიული სამუშაოებისათვის გარემოს კომპონენტების მდგომარეობის ხარისხობრივი კონტროლისათვის. ქუთაისი, აწსუ, 2015, 422 გვ.



სურათი 7.2. ორგანიზებული გაფრქვევის მაგალითები

მაგნე ნივთიერებათა ორგანიზებული გაფრქვევა

მაგნე ნივთიერებათა გაფრქვევა სპეციალურად გაკეთებული მოწყობილობებიდან (საკვამლე მილი, სავენტილაციო შახტა და სხვა).



სურათი 7.3. არაორგანიზებული გაფრქვევის მაგალითები

მაგნე ნივთიერებათა არაორგანიზებული გაფრქვევა

მაგნე ნივთიერებათა გაფრქვევა არამიმართული ნაკადის სახით (დანადგარების ჰერმეტიკულობის დარღვევის, ჩატვირთვა-გადმოტვირთვის ადგილებში გამწოვი დანადგარების არადამაკმაყოფილებელი მუშაობის და საერთოდ, მათი არარსებობის დროს და ა.შ.)



7.2. აირმტვერდამჭერი მოწყობილობების აპარატები

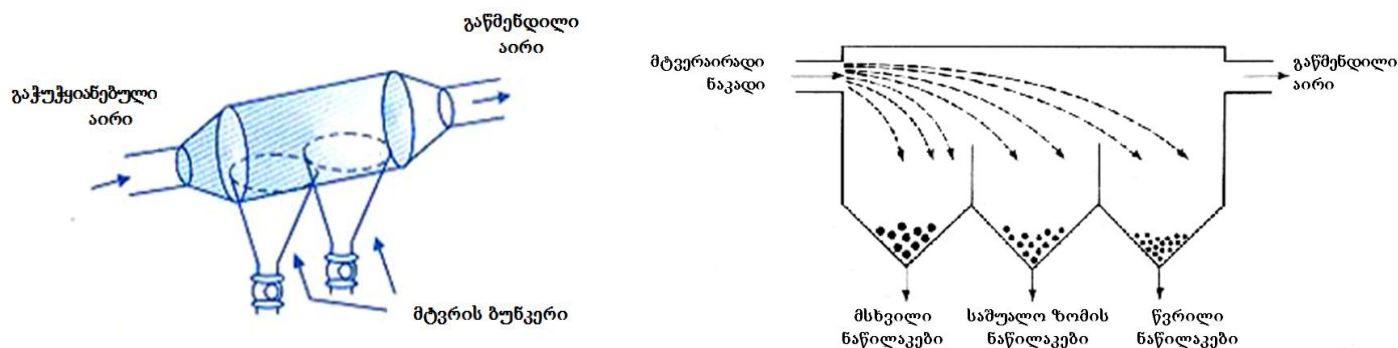
აირმტვერდამჭერი მოწყობილობების აპარატები მავნე ნივთიერებების გაწმენდის მეთოდებისგან დამოკიდებულებით იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

- I ჯგუფი – მშრალი მექანიკური მტვერდამჭერები;
- II ჯგუფი – სველი მექანიკური მტვერდამჭერები;
- III ჯგუფი – სამრეწველო ფილტრები;
- IV ჯგუფი – ელექტროსტატიკური მტვერდამჭერები;
- V ჯგუფი – აირადი მინარევებისაგან აირის გაწმენდის ქიმიური აპარატები;
- VI ჯგუფი – აირადი მინარევებისაგან აირის გაწმენდის თერმული და თერმოკატალიზური აპარატები.

7.2.1. მშრალი მექანიკური მტვერდამჭერები

მტვერაირადი ნაკადიდან მტვრის დასაღეჭად გამოიყენება ე.წ. მტვერდამლექავი საკნები, რომელთა მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია სიმძიმის ძალის მოქმედებაზე (გრავიტაციული დალექვა). ნაწილაკთა დალექვისათვის აუცილებელია შეიქმნას მტვერაირადი ნაკადის შესაბამისი მოძრაობის რეჟიმი ნაწილაკების ზომის, სიმკვრივისა და სხვა პარამეტრების გათვალისწინებით.

მარტივი მტვერდამლექავი საკანი წარმოადგენს ჰორიზონტალურ მართკუთხა ყუთს, რომელშიც გვერდიდან, ერთი მხრიდან შეჰყავთ დამტვერიანებული აირი. საკანში შესული მტვერაირადი ნაკადიდან ხდება მტვრის ნაწილაკების დალექვა, რის გამოც მეორე მხრიდან გამოდის მტვრისაგან გაწმენდილი აირი. დალექილი მტვერი გროვდება საკნის ქვედა ნაწილში არსებულ ბუნკერში.

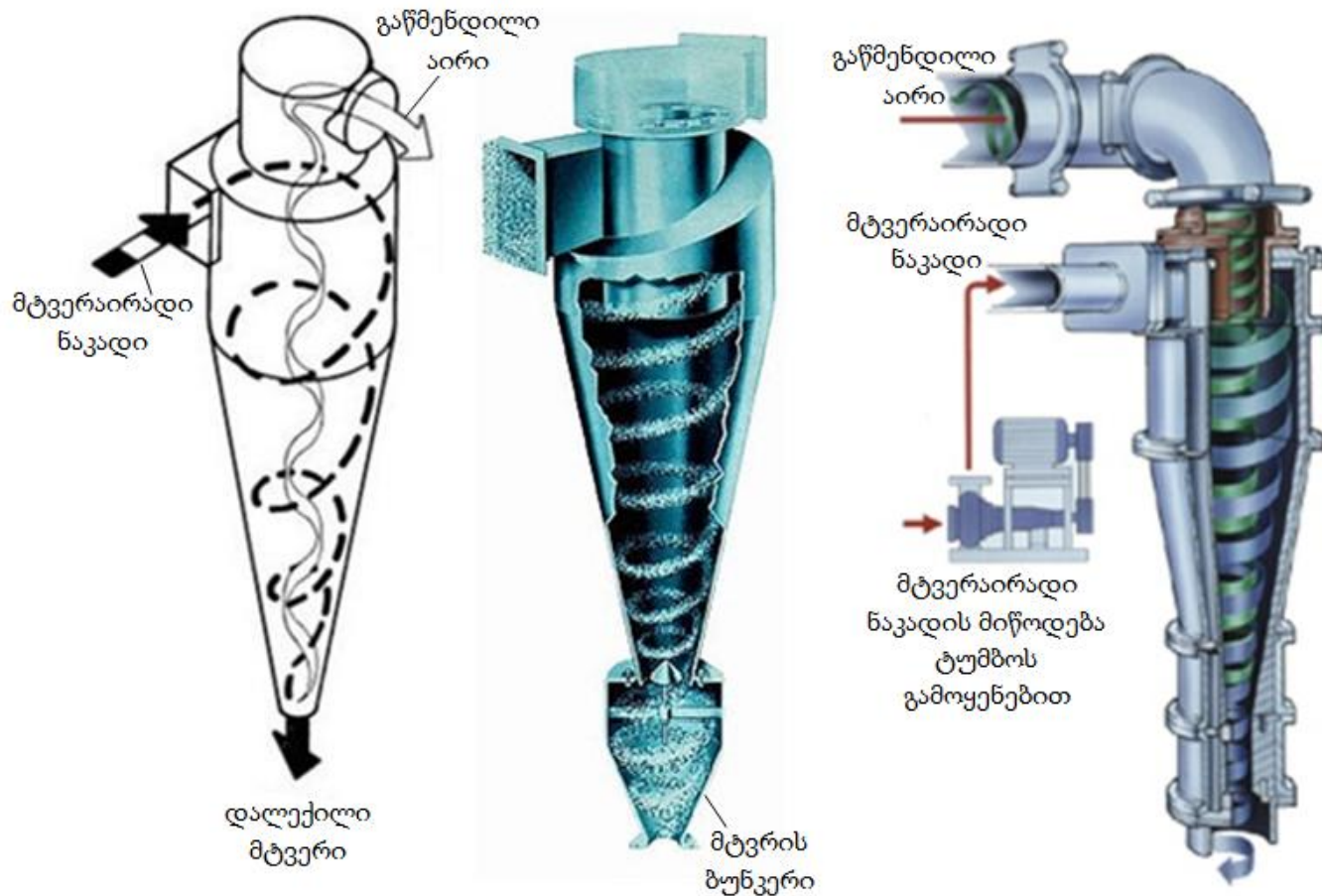


სურათი 7.4. მტვერდამლექი საკანები

მტვერდამლექი საკნები ეფექტურია მხოლოდ მტვრის მსხვილი ფრაქციის დასაჭერად და ვერ უზრუნველყოფს დამტვერიანებული აირის საჭირო დონეზე გაწმენდას. აღნიშნულის გამო, მტვერდამჭერი საკნები სამრეწველო წარმოებებში ნაკლებად გამოიყენება.

მშრალი მექანიკური მტვერდამჭერებიდან ყველაზე მეტი გავრცელება ჰპოვა ციკლონებმა, რომლებიც ხასიათდებიან მარტივი კონსტრუქციით და ექსპლოატაციით.

ციკლონები წარმოადგენენ ინერციულ მტვერდამჭერებს, რადგან მათი მოქმედება დაფუძნებულია ცენტრიდანული ძალის გამოყენებაზე, რომელიც წარმოიქმნება აპარატის კორპუსში აირადი ნაკადის ბრუნვის შედეგად. ამ დროს მტვრის ნაწილაკები ილექებიან სიმძიმისა და ცენტრიდანული ძალების მოქმედების შედეგად. განსაკუთრებული ინტენსივობით ილექება მტვრის მსხვილი ნაწილაკები. შესაბამისად, ციკლონები მაღალი ეფექტურობით იჭერენ 20 მკმ-ზე მეტი ზომის ნაწილაკებს.



სურათი 7.5. ციკლონის კონსტრუქცია და მუშაობის პრინციპი

**აირმტვერდამჭერი მოწყობილობის ექსპლუატაციის ტექნიკური რეგლამენტი
ამონარიდი**

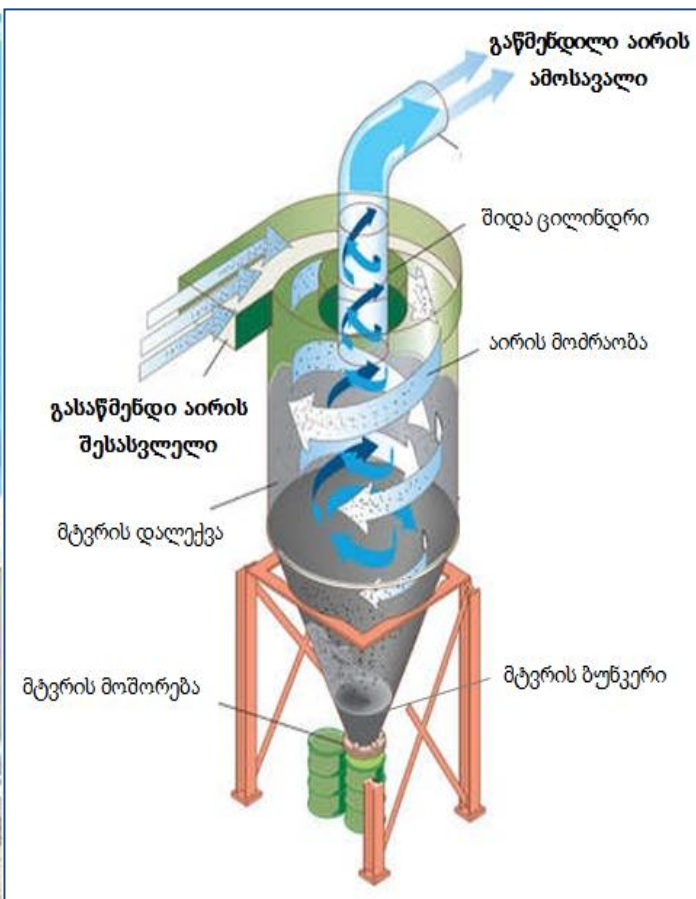
მუხლი 6. მოთხოვნები მშრალი მექანიკური მტვერდამჭერების ექსპლუატაციისას

1. მშრალი მექანიკურ მტვერდამჭერების ექსპლუატაციაში გაშვების წინ აუცილებელია დადგინდეს, რომ:

- ა) მტვერდამჭერების კორპუსი, ბუნკერები, ლიუკები. მილტუჩა შეერთებები ჰერმეტიკულია;
- ბ) მტვრის დონე მაგროვებელ ბუნკერებში იმყოფება დასაშვებ საზღვრებში;
- გ) მტვრის მოცილების მექანიზმები და მისი ტრანსპორტირების საშუალებანი გამართულ მდგომარეობაშია და მზად არიან საექსპლუატაციოდ;
- დ) სარემონტო სამუშაოები დამთავრებულია, მტვერდამჭერები მუშა მდგომარეობაშია;

2. მშრალი მექანიკური მტვერდამჭერების ექსპლუატაციისას საჭიროა:

- ა) მტვერდამჭერების ჰერმეტიკულობის უზრუნველყოფა, აირის გაჟონვის (წნევის ქვეშ მუშაობისას) ან ჰაერის დასაშვებ სიდიდეზე ჭარბი შეწოვის (გაუხშობისას) თავიდან აცილება;
- ბ) ბუნკერების დროული გათავისუფლება მასში დაგროვილი მტვრისაგან და მისი ტრანსპორტირების უზრუნველყოფა დანიშნულ ადგილზე;
- გ) მტვერდამგროვებლის და მტვერამღების სისტემებში მტვრის შეტკეპნის და ცემენტაციის თავიდან აცილება.



სურათი 7.6. ციკლონის კონსტრუქციები სხვადასხვა სამრეწველო საწარმოში



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რას ეწოდება აირმტვერდამჭერი მოწყობილობა?
2. რას წარმოადგენს მავნე ნივთიერებათა ორგანიზებული გაფრქვევა?
3. რას წარმოადგენს მავნე ნივთიერებათა არაორგანიზებული გაფრქვევა?
4. რომელი სახის მტვერდამჭერებს განეკუთვნებიან ციკლონები?
5. აღწერეთ ციკლონის მუშაობის პრინციპი.
6. ჩამოთვალეთ მტვერდამჭერი აპარატების ძირითადი ჯგუფები.
7. აღწერეთ აუცილებელი წინასწარი მოთხოვნები მშრალი მექანიკური მტვერდამჭერების ექსპლუატაციაში გაშვებისათვის.
8. აღწერეთ მშრალი მექანიკური მტვერდამჭერების ექსპლუატაციის მოთხოვნები.

7.2.2. სამრეწველო ფილტრები

სამრეწველო ფილტრები წარმოადგენენ აპარატებს, სადაც მტვერაირადი ნაკადის გაწმენდისათვის გამოიყენება მფილტრავი მასალა. ამიტომ სამრეწველო ფილტრები ძირითადად სამი ტიპისაა: ქსოვილიანი, ბოჭკოვანი და მარცვლოვანი. მათ შორის ყველაზე ფართო გამოყენება ქსოვილის ფილტრებმა ჰპოვეს. მათი უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ უზრუნველყოფენ პრაქტიკულად ყველა ზომის მტვრის ნაწილაკების ეფექტურ დაჭერას. უმთავრესად გამოიყენებიან 0,5 მკმ-მდე ზომის მტვრის ნაწილაკების დასაჭერად.

მტვერდაჭერის პროცესი დაფუძნებულია ქსოვილზე მტვრის ნაწილაკთა დელეექვის პროცესზე, რის შედეგადაც მტვრის ფენა ავსებს ქსოვილის ფორებს, რაც წვრილი მტვრის დაჭერის შესაძლებლობას იძლევა. შემდგომში, მტვრის ფენის ზრდასთან ერთად, იქმნება ქსოვილიდან მტვრის ფენის მოცილების აუცილებლობა. ამისათვის ფილტრებს ათავისუფლებენ დაჭერილი მტვრისაგან უკუშებერვის ან მექანიკური დაფრთხვის გზით.

წარმოებაში წარმოქმნილი მტვერაირადი ნაკადი ხშირ შემთხვევაში მაღალი ტემპერატურით ხასიათდება. მაღალი ტემპერატურის ნაკადმა შეიძლება დააზიანოს ფილტრი, ამიტომ ქსოვილიანი ფილტრების ეფექტური მოქმედების ერთ-ერთი ძირითადი მოთხოვნაა მათი მდგრადობა მაღალი ტემპერატურის მიმართ.

ქსოვილოვანი ფილტრების დასამზადებლად ფართოდ იყენებენ პოლიამიდურ ბოჭკოებს, რომლებიც თერმომდგრადნი არიან 250-280°C-ზე. ფილტრირებადი მასალის მიხედვით გამოიყენება ბუნებრივი (შალის, იშვიათად ბამბის) და სინთეზური (ნიტრონი, ლავსანი, პოლიპროპილენი და სხვ.) ქსოვილები, აგრეთვე თერმომდგრადი მინაქსოვილები. დღეისათვის პერსპექტიულია იაფი ფილტრირებადი მასალების შემუშავება და სამრეწველო დამზადება, რომელთაც აქვთ მაღალი ეფექტურობა, საკმარისი მექანიკური მდგრადობა და სიმტკიცე მჟავა და ტუტე გარემოში. ასეთი მასალები ფართო გამოყენებას პოულობენ სხვადასხვა სამრეწველო აირების გაწმენდაში.

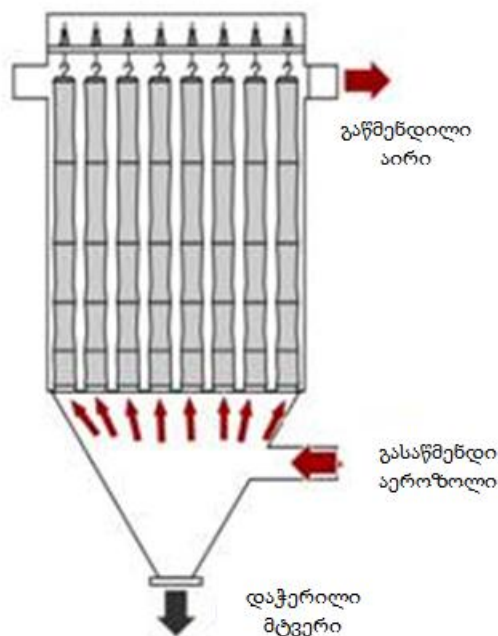
ქსოვილოვანი ფილტრები განსხვავდებიან როგორც გამოყენებული ქსოვილის მასალით, აგრეთვე კონსტრუქციული აღნაგობით. ქსოვილიანი ფილტრის კონსტრუქციაში ფართო გამოყენება ჰპოვეს ე.წ.



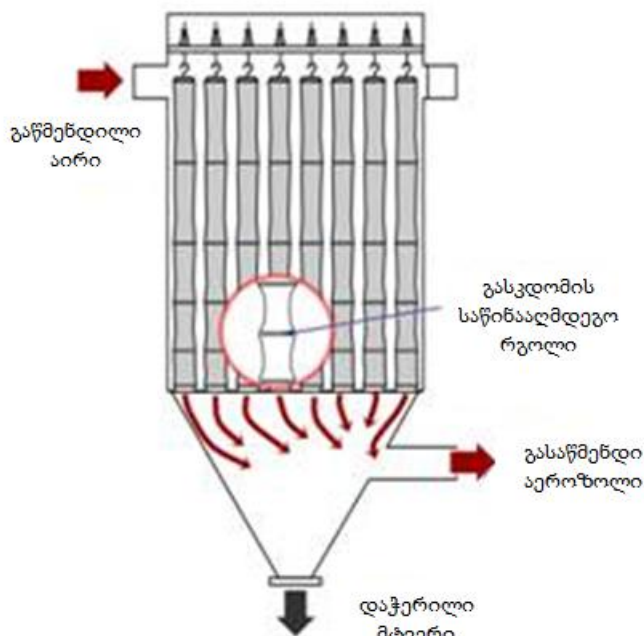
„სახელოიანმა ფილტრებმა“, რომელთაც გააჩნიათ სახელოს მსგავსი ფორმა. მფილტრავ აპარატებში გამოიყენება ერთსახელოიანი და მრავალსახელოიანი ქსოვილიანი ფილტრები.

დამტვერიანებული აირი სახელოს შეიძლება მიეწოდოს ზემო, ქვემო ან ორივე მხრიდან. განსაკუთრებულად ეფექტურია სახელოიანი ფილტრები, რომლებიც დამზადებულია მაღალი თერმომდგრადობის (250-300 °C) სინთეზური ქსოვილისაგან. სახელოიანი ფილტრების მტვერდაჭერის ხარისხი ტექნიკური ექსპლუატაციის წესების დაცვისას შეადგენს 99,9%-ს.

ქსოვილის ფილტრის ზედაპირიდან მტვერის ფენის მოცილებას რეგენერაციის პროცესს უწოდებენ. რეგენერაციისათვის გამოიყენება უკუმბერვისა და მექანიკური დაფერთხვის კონსტრუქციები.



მუშაობის პროცესი

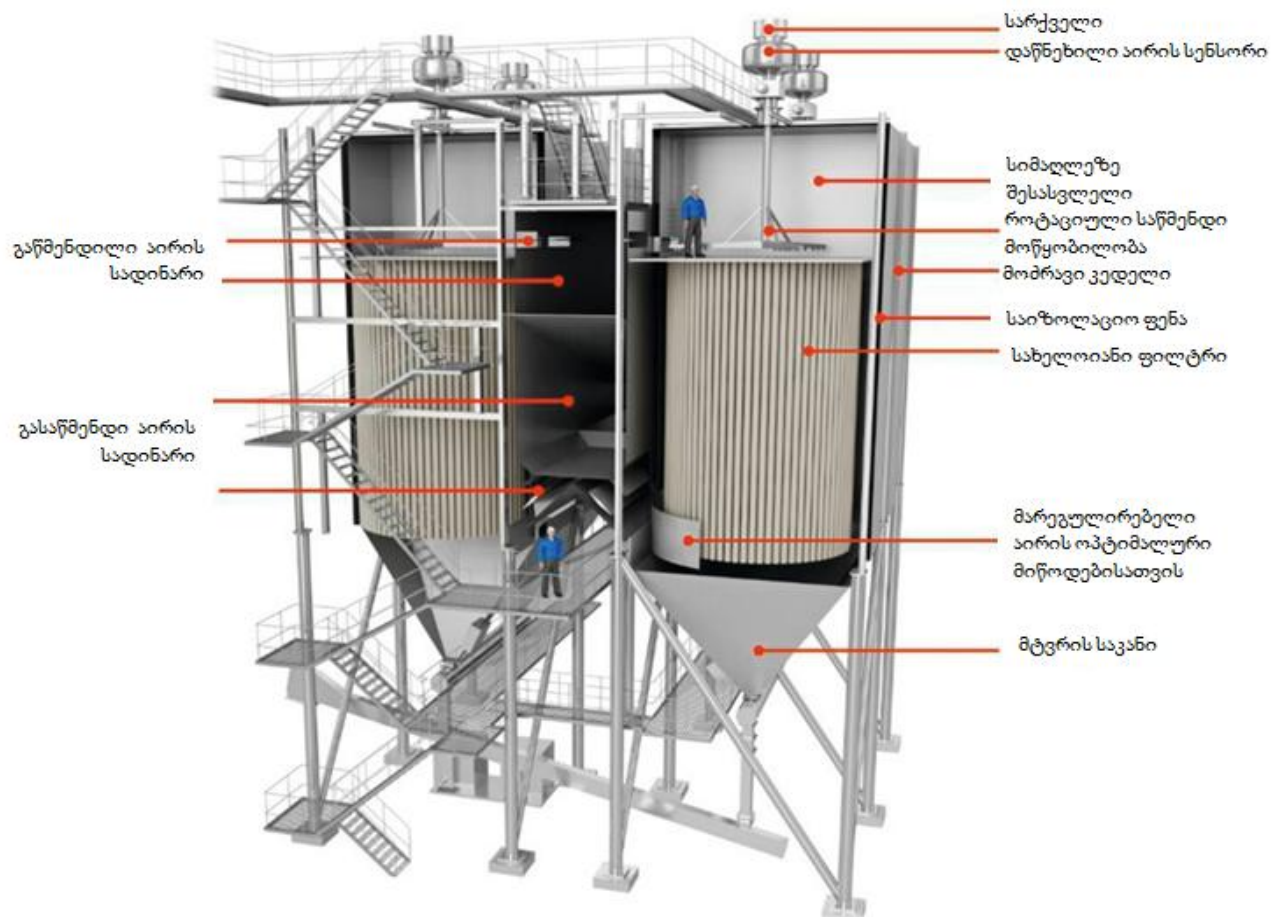


ფილტრების რეგენერაცია უკუმბერვით

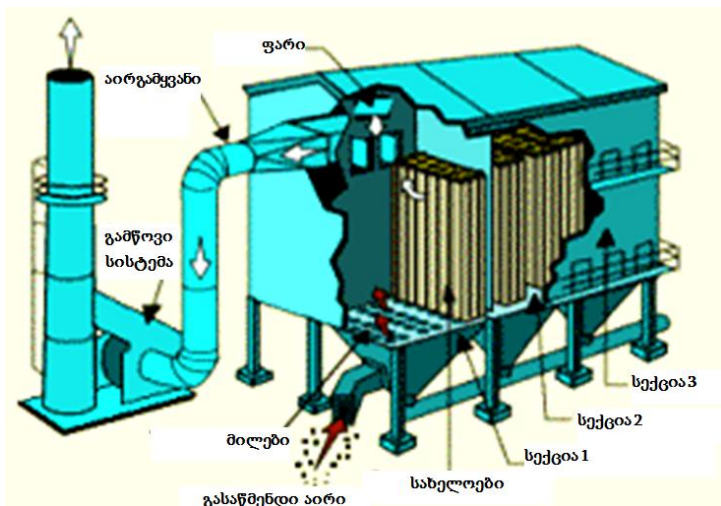
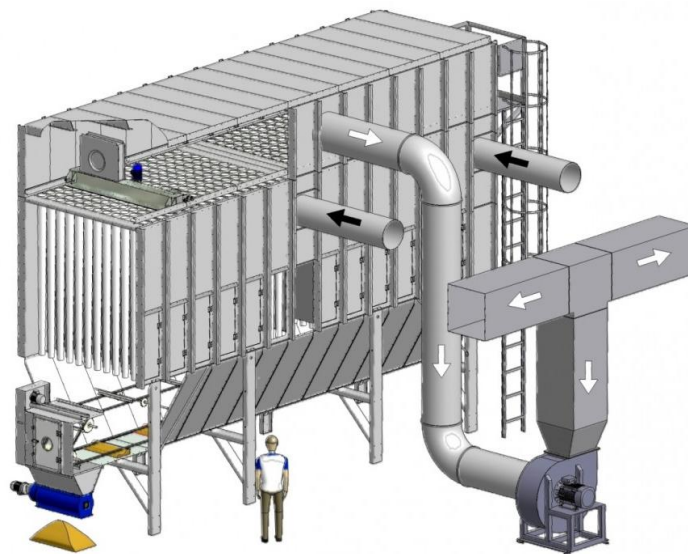
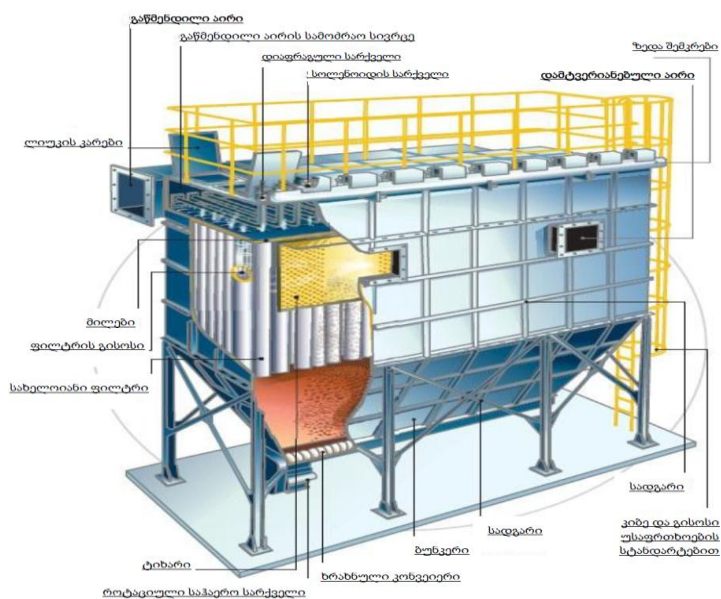
სურათი 7.7. სახელოიანი ფილტრების კონსტრუქცია და მუშაობის პრინციპი



სურათი 7.8. სახელოიანი ფილტრები მეტალური კარკასით



სურათი 7.9. საწარმოო სახელოიანი ფილტრების კონსტრუქცია და მუშაობის პრინციპი



სურათი 7.10. სახელოვანი ფილტრების კონსტრუქციები სხვადასხვა საწარმოში



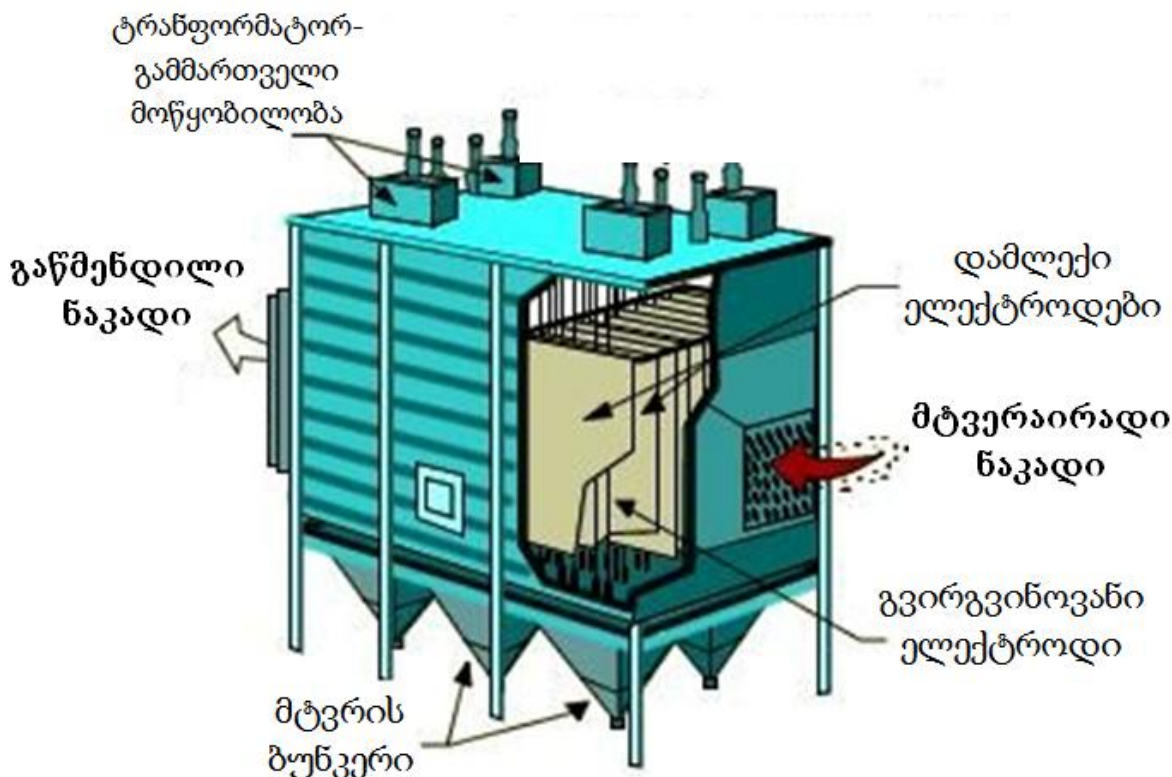
7.2.3. ელექტროსტატიკური მტვერდამჭერები

ელექტროსტატიკური მტვერდაჭერა მტვრის ნაწილაკებისაგან აირების გაწმენდის ყველაზე მეტად სრულყოფილი მეთოდია. ელექტროფილტრები წარმოადგენენ აპარატებს, რომლებიც მტვერდაჭერის მაღალი ხარისხით ხასიათდებიან. მათ შეუძლიათ აირებიდან დალექონ 0,01 მკმ-მდე ზომის მტვრის ნაწილაკები 99-99,5% ეფექტურობით.

ელექტრული გაწმენდის მოწყობილობა შედგება ელექტროფილტრისაგან, კვების აგრეგატისაგან და დაჭერილი მტვრის სატრანსპორტო სისტემისაგან.

ელექტროფილტრი მეტალურ კორპუსს წარმოადგენს, რომელშიც დამლექი და გვირგვინოვანი ელექტროდებია მოთავსებული. მასში მიმდინარე გაწმენდის პროცესი ძირითადად იყოფა ოთხ სტადიად: ნაწილაკთა დამუხტვა, დამუხტული ნაწილაკების მოძრაობა ელექტროდებისაკენ, დალექვა, დალექილი ნაწილაკების მოცილება.

ელექტროფილტრში მაღალი ძაბვის გამართული დენის მოქმედებით მტვრის ნაწილაკები იმუხტებიან და მიემართებიან დამლექავი ელექტროდისაკენ (მას გააჩნია გვირგვინოვანი ელექტროდის საწინააღმდეგო მუხტი), რომელზეც საბოლოოდ ილექებიან. ამრიგად, მტვრის ძირითადი ნაწილი დამლექავ ელექტროდზე ილექება, ხოლო მცირე ნაწილი - გვირგვინოვან ელექტროდზე. ელექტროდთა დაფერთხვის დროს მტვრის ნაწილაკები სიმძიმის ძალის მოქმედებით ქვემოთ ცვივა და მტვრის შემკრებში გროვდებიან.



სურათი 7.11. ელექტროფილტრის კონსტრუქცია და მუშაობის პრინციპი



სურათი 7.12. გამწმენდი მოწყობილობა ელექტროფილტრის კონსტრუქციით

აირმტვერდამჭერი მოწყობილობის ექსპლუატაციის ტექნიკური რეგლამენტი ამონარიდი

მუხლი 9. მოთხოვნები ელექტროსტატიკური მტვერდამჭერების ექსპლუატაციისას

1. ელექტროსტატიკური მტვერდამჭერების ექსპლუატაციაში გაშვების წინ აუცილებელია დადგინდეს, რომ:

- ა) სალექი და გვირგვინოვანი ელექტროდები არ არიან დეფორმირებულნი, მათ ზედაპირზე არ არსებობს დაჭერილი პროდუქტის დანალექი, ელექტროდებს შორის მანძილი იმყოფება დასაშვებ საზღვრებში;
- ბ) სველი ელექტროფილტრების მორწყვის სისტემა ან მშრალი ელექტროფილტრების რეგენერაციის მექანიზმები დარეგულირებულია და მუშაობენ ნორმალურად;
- გ) ელექტროფილტრის კვანძები და მექანიზმები შეზეთილია;
- დ) ელექტროფილტრების იზოლატორებს არ აქვთ შესამჩნევი ბზარები, ნორმალურად მუშაობს იზოლატორების კოლოფების (ორთელის ან ელექტრული) გათბობა;
- ე) ელექტროფილტრების კორპუსის თბოიზოლაცია არ არის დარღვეული;
- ვ) ელექტროფილტრების კორპუსი, ბუნკერები, ლიუკები, მილტუჩა შეერთებები ჰერმეტიულია;
- ზ) სარემონტო სამუშაოები დამთავრებულია, ელექტროფილტრები მუშა მდგომარეობაშია;

2. ელექტროფილტრების ექსპლუატაციისას საჭიროა:

- ა) ელექტრული რეჟიმის (დენის, ძაბვის სიდიდე), აირმტვერ დატვირთვების (აირის სიჩქარე სამუშაო ზონაში, ჰიდრავლიკური წინაღობა, მტვერის მოცულობა და კონცენტრაცია აპარატის შესასვლელში), გასაწმენდი აირის ტემპერატურის ოპტიმალურ საზღვრებში შენარჩუნება;
- ბ) ელექტროფილტრების გარე კვანძების პერიოდული დათვალიერება და გამოაშკარავებული გაუმართაობის თავიდან აცილება;
- გ) მტვერის რეგენერაციის და გადმოტვირთვის სისტემების ნორმალური მუშაობის უზრუნველყოფა, ელექტროდებზე და ბუნკერის სადინარებზე (მშრალი ელექტროფილტრებისათვის) მტვერის ჩაკიდების ან ელექტროდების მორწყვის და გარეცხვის რეჟიმის დარღვევის (სველი ელექტროფილტრებისათვის) თავიდან აცილება;
- დ) დაჭერილი მტვერის (პულპის) დროული მოცილება და მისი ტრანსპორტირების უზრუნველყოფა დანიშნულ ადგილზე.



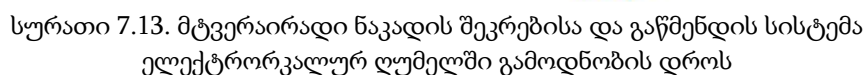
კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. ჩამოთვალეთ ქსოვილიანი ფილტრების ძირითადი შემადგენელი ნაწილები
2. აღწერეთ სამრეწველო ფილტრების ექსპლუატაციის მოთხოვნები
3. რატომ არის საჭირო სახელოიანი ფილტრების გამოყენებისას გასაწმენდი აირის ტემპერატურის დადგენილ საზღვრებში შენარჩუნების ზედამხედველობა?
4. რატომ არის საჭირო სამრეწველო ფილტრების ჰიდრავლიკური წინაღობის კონტროლი?
5. ჩამოთვალეთ ელექტროსტატიკური მტვერდამჭერის ძირითადი ნაწილები.
6. აღწერეთ აუცილებელი წინასწარი მოთხოვნები ელექტროსტატიკური მტვერდამჭერების ექსპლუატაციაში გაშვებისათვის.
7. აღწერეთ ელექტროფილტრების ექსპლუატაციის მოთხოვნები.
8. აღწერეთ ელექტროსტატიკური მტვერდამჭერის მუშაობის პრინციპი.

7.3. წარმოების ტექნოლოგიური სქემები

სამრეწველო მტვერი შეიძლება წარმოიქმნას ტექნოლოგიური პროცესის ნებისმიერ სტადიაზე და შეიცავდეს მინერალურ ოქსიდებს, ლითონებს (მაგ. დარიშხანი, კადმიუმი, ვერცხლისწყალი, ტყვია, ნიკელი, ქრომი, თუთია და მანგანუმი) და ლითონების ოქსიდებს. მეტალურგიაში მტვრის გამოყოფის წყაროებს წარმოადგენენ: გადანობის, რაფინირებისა და გამახურებელი ღუმელები (ბრძმედული, კონვერტორული და ელექტრორკალური ღუმელი); მექანიკური ოპერაციები - ნედლეულისა და მასალების ჩატვირთვა/ამოტვირთვა, დასაწყობება, კონვეირზე მიწოდება, დატვირთვა და სხვა; თბური პროცესები: დაკოქსვა, შეცხოვა, დაგუნდავება, პირდაპირი აღდგენა.

ემისიების გარემოში გავრცელების შემზღუდავი საშუალებების გამოყენების გარეშე (მტვერდამჭერი საშუალებები), აღნიშნული უბნები დადგენილი ტექნოლოგიური რეგლამენტისა და ტექნოლოგიური დანადგარების ექსპლუატაციის პირობებში ვერ უზრუნველყოფენ ატმოსფერული ჰაერის დაცვის, ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უვნებელი და გარემოს სხვა კომპონენტებისათვის დასაშვები მოთხოვნების შესრულებას. შესაბამისად, როგორც საწარმოო მოედნის ფარგლებში, ასევე მის გარეთ წარმოშობს მიწისპირა ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა საპროგნოზო კონცენტრაციებს, რომლებიც საგრძნობლად აჭარბებენ ზღვ-ს დასაშვებ ნორმებს.



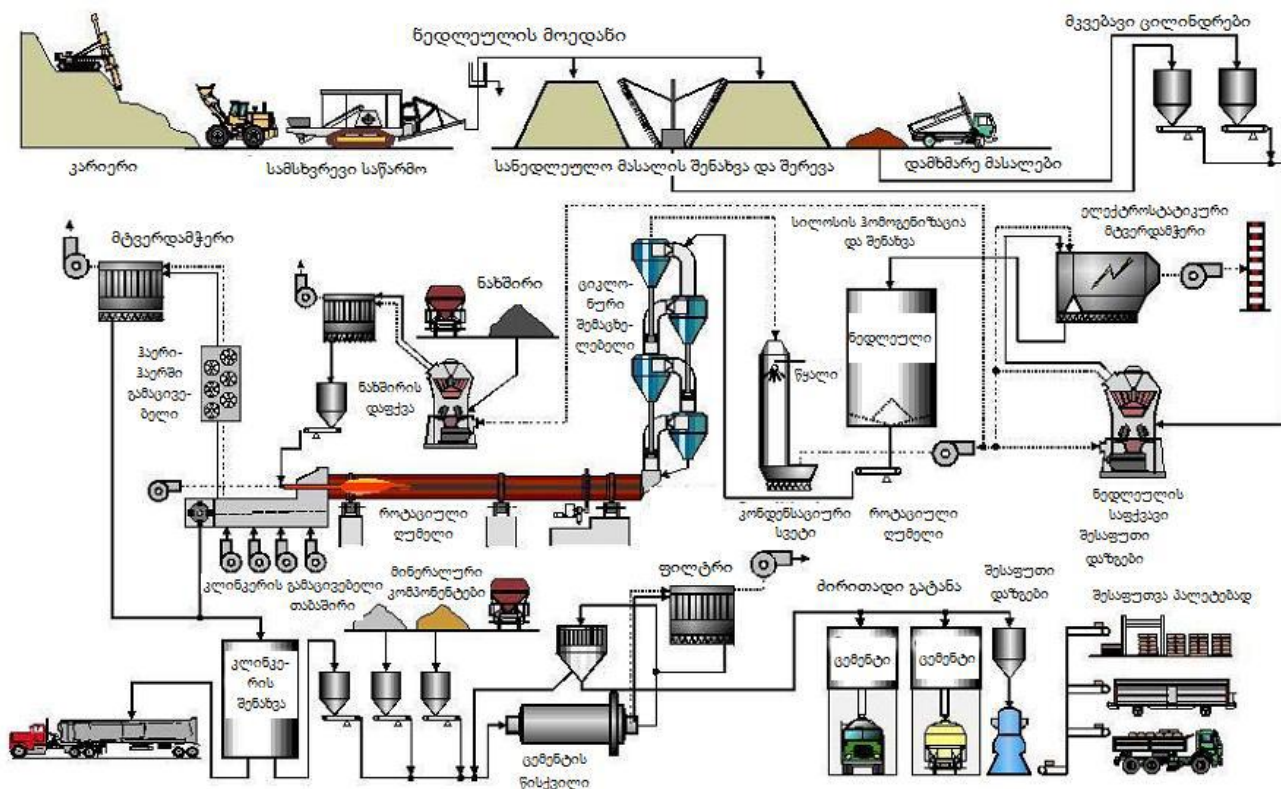
მტვერაირადი ნაკადი შეიცავს შემდეგ მავნე ნივთიერებებს: აზოტის ოქსიდები (NOx); გოგირდის დიოქსიდი (SO₂) და გოგირდის სხვა ნაერთები; მტვერი; აეროლადი ორგანული ნაერთები (აონ);



განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრი



პოლქლორირებული დიბენზოდიოქსინები (პქდდ), პოლიქლორირებული დიბენზოფურანები (პქდფ); მეტალები და მათი ნაერთები; ფტორწყალბადი (HF); ქლორწყალბადი (HCl); ნახშირჟანგი (CO); ამიაკი (NH₃).



სურათი 7.14. ცემენტის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა

როგორც ცემენტის წარმოების სქემიდან ჩანს, მტვერდაჭერისათვის წარმოებაში გამოიყენება ქსოვილიანი ფილტრები და ელექტროსტატიკური მტვერდამჭერი. ქსოვილიანი ფილტრები ემსახურება ნახშირისა და ცემენტის დაფქვის მოწყობილობებიდან გაფრქვეული მტვრის დაჭერას, ხოლო ელექტროფილტრი წედლეულის დაფქვის, ტრანსპორტირებისა და გამოწვის ღუმელიდან წარმოქმნილი მტვრის დაჭერას.



7.4. ზოგადი მოთხოვნები აირმტვერდამჭერი მოწყობილობის ექსპლუატაციისათვის

- აირმტვერდამჭერი მოწყობილობების რემონტი უნდა წარმოებდეს ტექნოლოგიური მოწყობილობების გაჩერებული მდგომარეობის პირობებში. გარემონტებული აირმტვერდამჭერი მოწყობილობები უნდა მუშაობდნენ საპროექტო მაჩვენებლებით.
- აკრძალულია ტექნოლოგიური მოწყობილობების ექსპლუატაცია გამორთული აირმტვერდამჭერი მოწყობილობების შემთხვევაში.
- აკრძალულია ტექნოლოგიური მოწყობილობების მწარმოებლურობის გაზრდა აირმტვერდამჭერი მოწყობილობების სიმძლავრესთან შეუსაბამოდ.
- საქმიანობის სუბიექტი ვალდებულია უზრუნველყოს აირმტვერდამჭერი მოწყობილობების ეფექტური მუშაობა ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები გაფრქვევის ნორმების პროექტში ან ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების სტაციონარული წყაროების და მათ მიერ გაფრქვეულ მავნე ნივთიერებათა ინვენტარიზაციის ტექნიკურ ანგარიშში წარმოდგენილი აირმტვერდამჭერი დანადგარების პარამეტრების დაცვით.
- საწარმოში აირმტვერდამჭერი მოწყობილობის ექსპლუატაციის წესების დაცვაზე პასუხისმგებლობა ეკისრება საწარმოს ხელმძღვანელობას.
- აირმტვერდამჭერი მოწყობილობების ექსპლუატაციისას სავალდებულოა აირმტვერდამჭერი და ტექნოლოგიური მოწყობილობების მუშაობის რეჟიმის აღრიცხვის წარმოება.

აღნიშნული ხორციელდება თვითმონიტორინგის გზით, რომელიც მოიცავს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების სტაციონარული წყაროების და მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევების, აირმტვერდამჭერი და ტექნოლოგიური მოწყობილობების მუშაობის რეჟიმის და ატმოსფერული ჰაერის დაცვის ღონისძიებების შესრულების აღრიცხვას.

ასეთი თვითმონიტორინგისა და აღრიცხვის წარმოებისათვის მიმართავენ დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევების ფაქტობრივი რაოდენობის განსაზღვრის ინსტრუმენტულ მეთოდს, რომლისთვისაც გამოიყენება სპეციალური გამზომ-საკონტროლო აპარატურა. ამ მეთოდის გამოყენებისას უპირველესი ამოცანა მდგომარეობს მტვერაირადი ნაკადის სინჯის აღებაში.



7.5. მტვერაირადი ნაკადის სინჯის აღება

7.5.1. მტვერაირადი ნაკადის სინჯის აღებისათვის გამოყენებული საშუალებები

დაბინძურების წყაროებიდან გამოყოფილი მტვერაირადი ნაკადი შეიცავს მტვრის ნაწილაკებს და აირად ნივთიერებებს. მტვრის ნაწილაკების განსაზღვრისათვის სინჯის აღება განსხვავდება აირადი ნივთიერებების განსაზღვრისათვის სინჯის აღებისაგან.

მტვრის ნაწილაკების განსაზღვრის მეთოდი დაფუძნებულია სპეციალურ ფილტრებზე მტვრის დალექვაზე, ხოლო აირადი ნივთიერებების განსაზღვრისათვის გამოყენებულია მათი შთანთქმა აირადი ნაკადის გატარებით სპეციალურ მშთანთქმელებში.

ჰაერის სინჯების აღებისათვის აუცილებელია გამოვიყენოთ ჰაერის შემწოვი აპარატურა. ამ მიზნით ფართოდ გამოიყენება ელექტრული ასპირატორი, რომელიც აღჭურვილია სპეციალური მილაკებით - რეომეტრებით. რეომეტრების დანიშნულებაა ჰაერის სიჩქარის გაზომვა. რეომეტრის მილს გააჩნია სპეციალური შკალა, მასში მოთავსებულია სპეციალური ტივტივა, რომლის მდებარეობა გვიჩვენებს გატარებული ჰაერის სიჩქარეს. რეომეტრების რაოდენობა საშუალებას იძლევა ერთდროულად აღებულ იქნას ჰაერის რამდენიმე სინჯი.



სურათი 7.15. ელექტროასპირატორი ჰაერის სინჯის ასაღებად

- 1-ხელსაწყო სადენთან მიერთების სარქველი; 2-ტუმბლური ჩართვა/გამორთვისათვის;
3-დამცველის ბუდე; 4-დამცველი სარქველი; 5-ვენტილის სახელურები ასპირაციის სიჩქარის
სარეგულიროდ; 6-რეომეტრები; 7-მილტუჩა ალონჟიან მილთან მიერთებისათვის;
8-ჩამიწების წერტილი.



ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევებისას ჰაერის სინჯების აღება ძირითადად ხდება ასპირაციული მეთოდის გამოყენებით. ასპირაციის მეთოდი საშუალებას იძლევა მშთანთქმელში მოვახდინოთ იმ რაოდენობის ნივთიერების კონცენტრირება, რომლის განსაზღვრაც შესაძლებელია არსებული მეთოდის მიხედვით.

ასპირატორთან მუშაობის თანმიმდევრობა შემდეგია: აპარატის დამიწების და ელექტროდენტან მიერთების შემდეგ დამცველი სარქველი შეიძლება დავაყენოთ ორიდან ერთ-ერთ მდგომარეობაში. პირველ მდგომარეობაში რეომეტრის ვენტილებს ბოლომდე ალბენ, რეომეტრის მილტუჩებთან აერთებენ ალონჟიან რეზინის მილებს და არეგულირებენ ჰაერის შეწოვის სიჩქარეს. თუკი ეს მდგომარეობა არაა საკმარისი, მაშინ დამცველ სარქველს გადართავენ მეორე მდგომარეობაში. ჰაერის გავლის სიჩქარეს აითვლიან რეომეტრების სკალაზე ტივტივას მდგომარეობის მიხედვით.

მტვრის სინჯების აღება წარმოებს ბოჭკოვანი გამფილტრავი მასალებიდან, რომლებიც მოთავსებულია ალონჟებში ან სხვადასხვა კონსტრუქციის ვაზნებში. ძაბრისმაგვარი ლითონის ან პლასმასის დახურულიალონჟი წარმოადგენს ფუძეებით შეთავსებულ ორ ღრუ კონუსს, რომელთა შორისაც (ფუძეების შეთავსების სიბრტყეში) მაგრდება ანალიზური ფილტრი. ისინი გამოიყენებიან ფილტრების დასამაგრებლად სინჯის აღებისას.

აირების ანალიზისათვის სინჯების აღებისათვის აუცილებელია ხელთ გვექონდეს ასპირატორი და მშთანთქმელი ხელსაწყო.

აირისა და ორთქლის შთანთქმა ხორციელდება სხვადასხვა კონსტრუქციის სითხიანი დამჭერების გამოყენებით, რომლებიც შევსებულია შესაბამისი მშთანთქმელით. მშთანთქმელი შეიძლება იყოს ხსნარები (წყალი, მჟავა, ტუტე, რეაქტივების ხსნარები) ან მყარი მარცვლოვანი სორბენტები (გააქტივებული ნახშირი, სილიკაგელი), ხოლო მტვრის სინჯის აღებისათვის - ბამბის, ქაღალდის ან სინთეზური ფილტრები.

მყარ მარცვლოვან სორბენტებს სინჯთა აღებისას თხევად მშთანთქმელებთან შედარებით ის უპირატესობა გააჩნია, რომ ისინი შეიძლება გამოყენებულ იქნენ დაბალი ტემპერატურის დროსაც, მაშინ როცა სითხიან მშთანთქმელთა უმრავლესობა ასეთ შემთხვევებში მყარდება (იყინება) და მათი გამოყენებით შთანთქმის პროცესის განხორციელება შეუძლებელი ხდება.

ალონჟები მზადდება დარტყმამდეგი პოლისტიროლისგან ან ალუმინისგან და ნიშანდებულია შემდეგნაირად: ასოების ИРА-ს შემდეგ იწერება ფილტრის მუშა ზედაპირის ფართობის (სმ²) აღმნიშვნელი ციფრი, ხოლო შემდეგ ორი ასო, რომელთაგან პირველი მიუთითებს ალონჟის სახეობას ("О"-ღია, "З"-დახურული), მეორე კი ალონჟის მასალას ("П"-პოლისტიროლი, "А"-ალუმინი). მაგალითად, ИРА-20-3А ნიშნავს: ალუმინისგან დამზადებული, დახურული ალონჟი, ფილტრის მუშა ზედაპირის ფართობით 20 სმ².

ფილტრირებადი მასალა შეიძლება იყოს ბამბა, ფილტრის ქაღალდი, სპეციალური ქსოვილი და სხვ. დღესდღეობით ფართოდ გამოიყენება სინთეზური ქსოვილის. ისინი წარმოადგენენ პერქლორირებული ქსოვილის დისკებს დაპრესილი კიდეებით, ჩადებული დამცავ რგოლებში. თითოეული ფილტრი დევს კალკის პაკეტში.

ФПП ფილტრები ხასიათდებიან მთელი რიგი დადებითი თვისებებით: მტვერდაჭერის მაღალი ეფექტურობით, შეწოვილი ჰაერის ნაკადისადმი დაბალი წინააღმდეგობით, ისინი არაჰიგროსკოპიულნი არიან და ამიტომ საჭირო არაა მათი მუდმივ მასამდე დაყვანა საშრობ კარადაში (გამონაკლისია ძლიერ ტენიანი აირის შემთხვევაში).



სურათი 7.16. ალონჟები ფილტრებზე მტვრის სინჯის ასაღებად

1- ქსოვილიანი ფილტრები; 2- პლასმასის ღია ალონჟი ფილტრით;
3-ლითონის ალონჟი; 4 - პლასმასის დახურული ალონჟი; 5 - ლითონის ღია ალონჟი

ასევე ხშირად გამოიყენება ანალიზური აეროზოლური ფილტრები $A\Phi A$ ($A\Phi A-B\Pi-10$, $A\Phi A-B\Pi-20$, $A\Phi A-XA-20$, $A\Phi A-X\Pi-20$, $A\Phi A-XC-20$), ქაღალდის ფილტრები, ბოჭკოვანი მინა, ბოჭკოვანი აზბესტი. ანალიზური აეროზოლური ფილტრების ($A\Phi A$) ნიშანდების პრინციპი შემდეგშია: $A\Phi A$ აღნიშვნის შემდეგ დაწერილი ორი ასო ნიშნავს შესასრულებელი ანალიზის სახეობას. მაგალითად, პირველი ასოები: "B"-წონით ანალიზი, "X"-ქიმიური ანალიზი, ხოლო მეორე ასოები აღნიშნავენ გამფილტრავი მასალის დასახელებას: "Π" – პერკლორვინილი, "A" – აცეტილცელულოზა. ნიშანდების ბოლოში დაწერილი ციფრი აღნიშნავს ფილტრის მუშა ზედაპირის ფართობს $см^2$ -ში.



$A\Phi A-B\Pi-20$

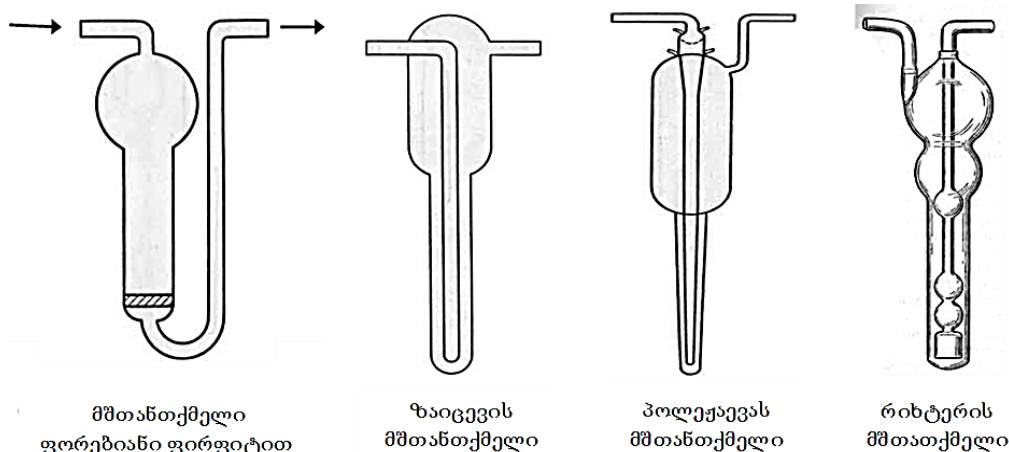
იმ შემთხვევაში, როცა ჰაერის დამტვერიალების განსაზღვრის პირობიდან გამომდინარე, საჭიროა $A\Phi A$ ტიპის ფილტრის მტვერტევადობაზე მეტი რაოდენობით მტვრის დაჭერა, და აგრეთვე, როცა აირჰაერნარევის ტემპერატურა $60^{\circ}C$ -ზე მეტია ($105^{\circ}C$ -მდე), უნდა გამოყენებულ იქნეს ქაღალდის ჰილზები და ალონჟები, შევსებული ბოჭკოვანი მინით ან ბოჭკოვანი აზბესტით.

აირების ანალიზისათვის სინჯების აღებისათვის აუცილებელია ხელთ გვექონდეს ასპირატორი და მშთანთქმელი ხელსაწყო. მთანთქმა ხორციელდება სხვადასხვა კონსტრუქციის სითხიანი დამჭერების გამოყენებით, რომლებიც შევსებულია შესაბამისი მშთანთქმელით. მშთანთქმელი შეიძლება იყოს ხსნარები (წყალი, მჟავა, ტუტე, რეაქტივების ხსნარები) ან მყარი მარცვლოვანი სორბენტები (გააქტივებული ნახშირი, სილიკაგელი), ხოლო მტვრის სინჯის აღებისათვის - ბამბის, ქაღალდის ან სინთეზური ფილტრები.

მყარ მარცვლოვან სორბენტებს სინჯთა აღებისას თხევად მშთანთქმელებთან შედარებით ის უპირატესობა გააჩნია, რომ ისინი შეიძლება გამოყენებულ იქნენ დაბალი ტემპერატურის დროსაც, მაშინ როცა სითხიან მშთანთქმელთა უმრავლესობა ასეთ შემთხვევებში მყარდება (იყინება) და მათი გამოყენებით მთანთქმის პროცესის განხორციელება შეუძლებელი ხდება.



მშთანთქმელი ხელსაწყო წარმოადგენს მინის ჭურჭელს, რომელშიც ათავსებენ ხსნარებს ან მყარ სორბენტებს. ჭურჭლის კორპუსში მირჩილილია ორი მილი - გრძელი, რომელიც აღწევს ხელსაწყო ფსკერამდე და მოკლე. ასპირატორთან აერთებენ მოკლე მილს. საკვლევი ნივთიერების მაქსიმალური დაჭერისათვის ორი ან სამი მშთანთქმელი მიმდევრობით ერთდება. სხვადასხვა სახის მშთანთქმელი მოწყობილობები მოცემულია სურ. 10-ზე:



სურათი 7.17. მშთანთქმელი ჭურჭლები

ზაიცევის ხელსაწყო გამოყენებისას ასპირაციის ოპტიმალური სიჩქარე შეადგენს $0,5 \text{ დმ}^3/\text{წთ-ს}$, ხოლო $3 \text{ დმ}^3/\text{წთ-მდე}$ სიჩქარის მიღწევისას გამოიყენება სხვა მშანთქმელი ხელსაწყოები. ჰაერის ასპირირების სიჩქარის ფართო დიაპაზონისათვის გამოიყენება რიხტერის მშანთქმელი ხელსაწყო, რომლის სხვადასხვა ტიპის მოდელისა და ჰაერის ასპირაციის სიჩქარის დამოკიდებულება მოცემულია ცხრილ2-ში.

იმასთან დაკავშირებით, რომ სინჯების აღება მშთანთქმელ ხელსაწყოთა გამოყენებით ხდება მათი შემდგომი ლაბორატორიული ანალიზისთვის, ერთ-ერთ აუცილებელ მოთხოვნას წარმოადგენს აღებულ სინჯთა უცვლელად შენახვა (კონსერვაცია). ამის გამო აუცილებელია ყველა შემთხვევაში ჰერმეტიკულად იყოს დახურული მშთანთქმელი ხელსაწყოები თუ პიპეტები, რათა უცვლელად იქნეს შენარჩუნებული აღებული სინჯის რაოდენობრივი და თვისობრივი მახასიათებლები.

ცხრილი 7.1

მოდელის ტიპი	ჰაერის ასპირირების სიჩქარის ზღვარი, $\text{დმ}^3/\text{წთ}$
1P	$0,5 \div 5$
3P	$1 \div 15$
7P	$2 \div 20$
10P	$2 \div 50$

არ შეიძლება სინჯების დატოვება გამთბარ შენობაში. პიპეტების შენახვა რეკომენდებულია $+(2 \div 5) ^\circ\text{C}$ ტემპერატურისას არაუმეტეს 3 დღისა. აირთა სინჯების ანალიზი უნდა ჩატარდეს სინჯის აღების დღეს ან შემდეგ დღეს მაინც. მხოლოდ გამონაკლის შემთხვევაში დასაშვებია სინჯების შენახვა $2 \div 5$ დღის განმავლობაში $+(2 \div 5) ^\circ\text{C}$ ტემპერატურისას (მაცივარში).

ჰაერის სინჯები, რომელიც აღებულია ასპირაციული მეთოდით თხევად მშთანთქმელ გარემოში, წარმოადგენს ხსნარებს, რომლებშიც ხდება საკვლევი ნივთიერებების განსაზღვრა.

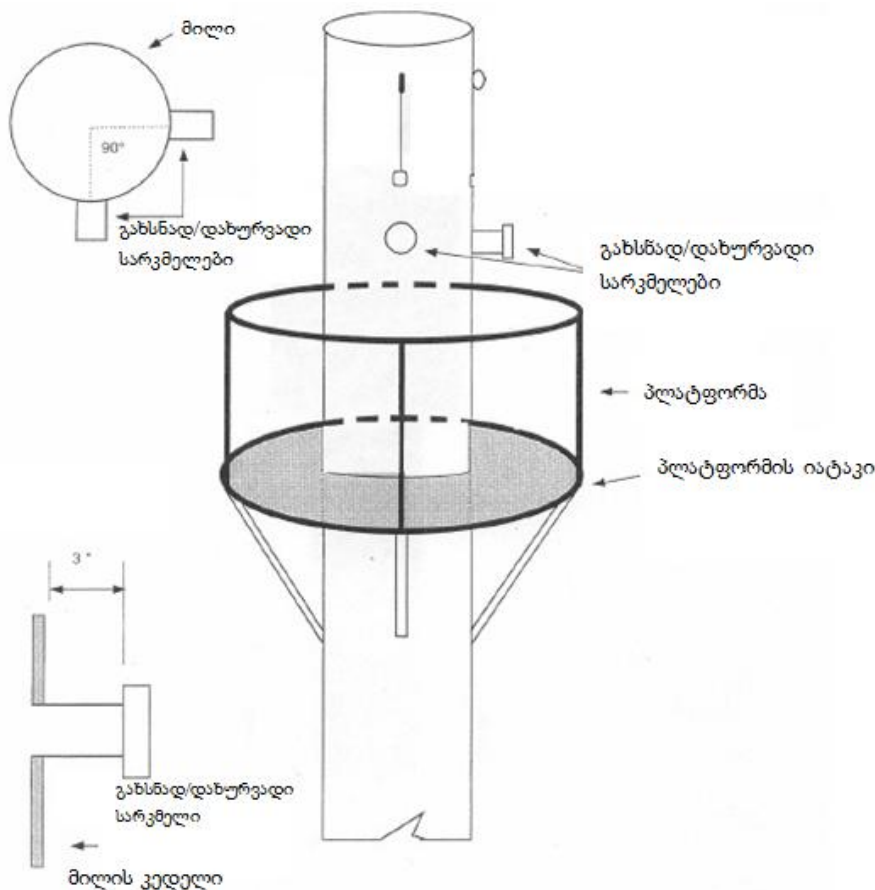
იმ შემთხვევაში, როცა მშთანთქმელად გამოიყენება მყარი სორბენტი, განსასაზღვრავი ნივთიერება გადაიყვანება ხსნარში, ხოლო შემდეგ მიმდინარეობს მისი გამოკვლევა.



თითოეული სინჯი უნდა იქნეს აღებული 20 წუთის განმავლობაში. თუ ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევა წარმოებს 20 წუთზე ნაკლები დროის განმავლობაში, მაშინ სინჯების აღება ხდება გაფრქვევის დაწყების მომენტიდან, მაგრამ არანაკლებ 5 წუთის განმავლობაში.

7.5.2. სინჯის აღების ადგილის შერჩევა

სინჯების აღებისთვის გამოყენებულ უნდა იქნეს ჰაერსატარის ნახვრეტები და სინჯამდები მილაკის შესაყვანი გახსნად/დახურვადი სარკმელები.



სურათი 7.18. სპეციალურად მოწყობილი ადგილი სინჯების აღებისათვის საკვამლე მილზე

სინჯების აღების ადგილად უნდა შეირჩეს ჰაერსატარის სწორხაზოვანი უბანი გაფრქვევის წყაროს გამოსასვლელამდე - მისგან 2-3 ჰიდრავლიკური დიამეტრის დაშორებით და არაუმცირეს 6 ჰიდრავლიკური დიამეტრის დაშორებით ჰაერის ნაკადის მკვეთრი ცვლილებების უახლოესი ადგილიდან. როცა გაფრქვევის წყაროს გამოსასვლელამდე ჰაერსატარი მილის სწორხაზოვან მონაკვეთის სიგრძე ნაკლებია 7 ჰიდრავლიკური დიამეტრის სიგრძეზე, უნდა შეირჩეს სინჯის აღების ისეთი განივკვეთი, რომელიც მონაკვეთს ჰაერის მოძრაობის მიმართულებით ყოფს თანაფარდობით 3:1. შენიშვნა: მრგვალი მილისათვის ჰიდრავლიკური დიამეტრი კვეთის დიამეტრის ტოლია. წრიული განივკვეთის მქონე მილისთვის დიამეტრის ზომად მიიღება ამ მილის შიგა დიამეტრი.

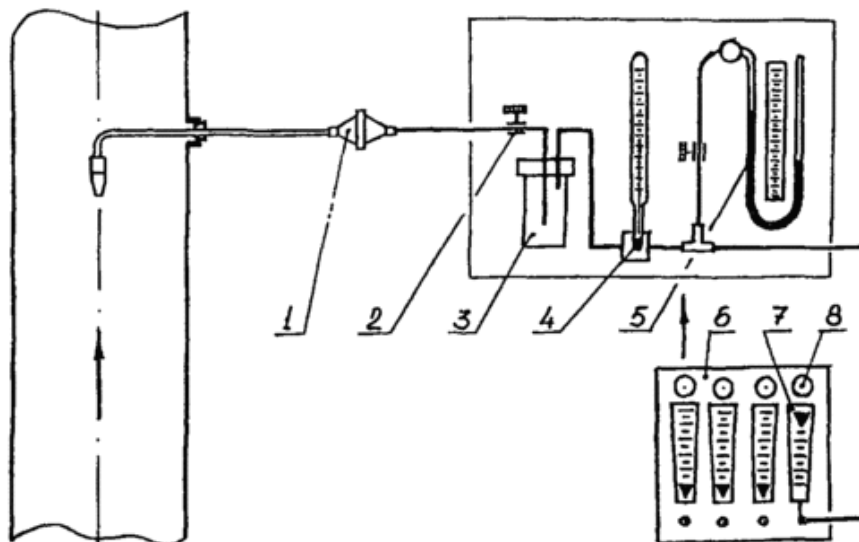
გამწელებული პირობების შემთხვევაში (მაღალი მიწები) სინჯთა აღება დასაშვებია ჰაერსატარის სხვა უბნიდანაც.



აუცილებელია სინჯების აღების ადგილები შერჩეულ იქნეს უპირატესად ჰაერსატართა ვერტიკალურ მონაკვეთებზე დროსელებიდან, ფარსაკეტებიდან, სარქველებიდან მოშორებით.

არსებობს ჰაერსატარში სინჯების აღების ორი მეთოდი - გარე და შიდა ფილტრაციის.

გარე ფილტრაციის დროს გამფილტრავი მოწყობილობა იმყოფება ჰაერსატარის გარეთ და გამოსაკვლევი აირჰაერმტვერნარევი მიეწოდება მას სინჯამღები მილის მეშვეობით, რომელიც იმყოფება ჰაერსატარის შიგნით, ხოლო სინჯამღები მილის ნახვრეტი მიმართულია აირჰაერმტვერნარევის ნაკადის მოძრაობის საწინააღმდეგოდ (სურათი 7.19).



სურათი 7.19. სინჯის აღება გარე ფილტრაციის მეთოდით

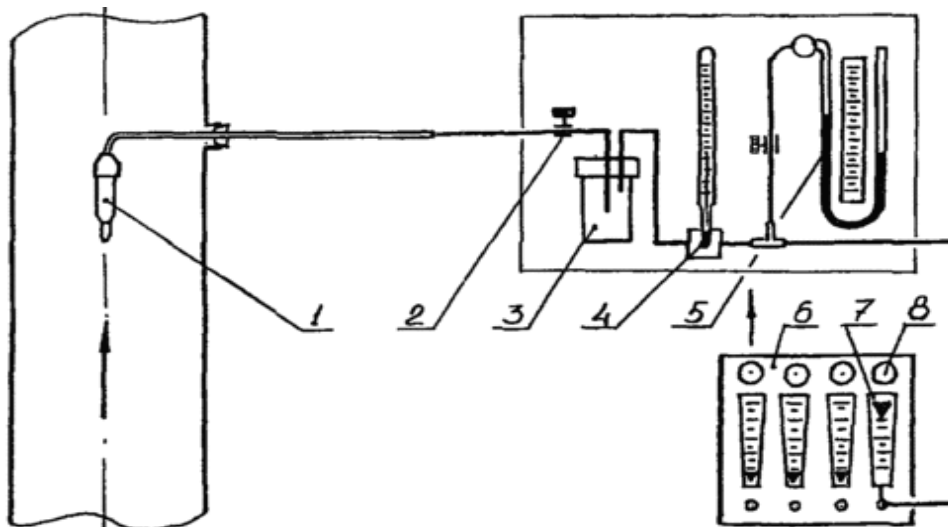
1-გარე ფილტრაციის ალონჟი; 2-ონკანი; 3-კონდენსატის შეგროვები;
4-თერმომეტრი; 5-მანომეტრი; 6- ასპირატორი; 7-აირის ხარჯის ამთვლელი; 8- ონკანი



სურათი 7.20. სინჯის აღება საკვამლე მილიდან



შიდა ფილტრაციის მეთოდი გამოიყენება მტვრის და აეროზოლის სინჯების ასაღებად, როცა აირჰერმტვერნარევის ნამის ტემპერატურა აღემატება გარემოს ტემპერატურას. ამ შემთხვევაში გამფილტრავი მოწყობილობა მოთავსებულია უშუალოდ ჰაერსატარში, რადგანაც გარე ფილტრაციის მეთოდით სინჯების აღებისას ტენი კონდენსირდება სინჯამღები მილის შიგნით, რასაც თან ახლავს მტვრის დაღეჟვა და რაც იწვევს ანალიზის შედეგების უხეშ დამახინჯებას (სურათი 2).



სურათი 7.20. სინჯის აღება შიდა ფილტრაციის მეთოდით

1-შიგა ფილტრაციის ალონჟი; 2-ონკანი; 3-კონდენსატის შემკრები; 4-თერმომეტრი;
5-მანომეტრი; 6- ასპირატორი; 7-აირის ხარჯის ამოვლელი; 8- ონკანი

7.5.3. სინჯების აღების ზოგიერთი თავისებურებები

თითოეული სინჯი უნდა აღებულ იქნეს 20 წუთის განმავლობაში. თუ ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევა წარმოებს 20 წუთზე ნაკლები დროის განმავლობაში, მაშინ სინჯის აღება ხდება გაფრქვევის დაწყების მომენტიდან, მაგრამ არანაკლებ 5 წუთის განმავლობაში.

გაწმენდის კოეფიციენტის (ხარისხის) განსაზღვრისას აუცილებელია აირმტვერდამჭერ დანადგარამდე და მის შემდეგ ერთდროულად იყოს აღებული სინჯები სინჯთა აღების ერთიდაიგივე ხანგრძლიობით.

თანმიმდევრობით აღებული სინჯთა რაოდენობა უნდა იყოს საკმარისი მათი მახასიათებელთა სტატისტიკური დამუშავებისთვის. მიღებულია, რომ აღებულ სინჯთა რაოდენობა აირების და ორთქლისთვის უნდა იყოს 7-ის, ხოლო მტვრისა და აეროზოლისთვის 10-ის ტოლი.

სტაციონარული ტექნოლოგიური რეჟიმის შემთხვევაში, როცა მავნე ნივთიერებათა გაფრქვევები წარმოებს თანაბარზომიერად, სინჯები აიღება საწარმოო პროცესის მიმდინარეობის ნებისმიერ დროს.

არასტაციონარული ტექნოლოგიური რეჟიმის შემთხვევაში სინჯები უნდა აღებულ იქნეს ტექნოლოგიური დანადგარის მუშაობის ყველა ციკლისათვის ცვლის განმავლობაში (გაფრქვეულ მავნე ნივთიერებათა მაქსიმალური რაოდენობის განსაზღვრისათვის ცვლაში).

ტექნოლოგიური პროცესების ეპიზოდურად განხორციელებისას სინჯების აღება იწყება პროცესის დაწყებისთანავე და გრძელდება მის დამთავრებამდე.



ეპიზოდური და არასტაციონარული ტექნოლოგიური პროცესების შემთხვევაში თანმიმდევრობით აღებულ სინჯთა რაოდენობა განისაზღვრება ეპიზოდური პროცესის ხანგრძლივობით და არასტაციონარული პროცესის ციკლთა რაოდენობით.

განვიხილოთ ატმოსფერულ ჰაერში და გაფრქვევებში სინჯის აღების რამოდენიმე მაგალითი:

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა (20 ± 10)⁰C, ატმოსფერული წნევა 84,0-106,7 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა არა უმეტეს 80%-ისა 25⁰C ტემპერატურის დროს.

კონცენტრაციის გაზომვის საშუალებანი და მასალები: ელ. ასპირატორი, ფილტრები ΦΠΠ, ΦMA, AΦA ტიპის, მშთანთქმელი ხელსაწყოები, შტატივი, სამაგრი პინცეტი, წამმზომი.

1. **ატმოსფერულ ჰაერში მტვრის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის სინჯის აღება:** თუ ჰაერში დამტვერიანება დიდია, მაშინ სინჯის აღებას აწარმოებენ 20 წთ-ის განმავლობაში. ასპირატორზე ამაგრებენ ΦΠΠ, ΦMA ან AΦA ფილტრს და 20 წთ-ის განმავლობაში რთავენ ასპირატორს, ჰაერის ხარჯით 10-15 დმ³/წთ. მცირე დამტვერიანების დროს კი სინჯის აღებას აწარმოებენ 24 სთ-ის განმავლობაში, ჰაერის ხარჯით 5 დმ³/წთ-ში.

სინჯის აღების შემდეგ, ფილტრს ფრთხილად იღებენ პინცეტით ასპირატორიდან, კეცავენ დაბინძურებული მხარით შიგნით და ათავსებენ პოლიეთილენის იმ პაკეტში, საიდანაც იქნა თავიდან ამოღებული.

2. **ატმოსფერულ ჰაერში და გაფრქვევებში გოგირდის დიოქსიდის (გოგირდოვანი ანჰიდრიდი) კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის სინჯის აღება:** იღებენ მინის ფილტრიან მშთანთქმელ მოწყობილობას, ამაგრებენ სამაგრზე ვერტიკალურად, რთავენ ასპირატორს 20 წთ-ის განმავლობაში, ჰაერის ხარჯით 2 დმ³/წთ.

ცხრილი 7.2

**მტვრის კონცენტრაციის მნიშვნელობა აირჰაერმტვერნარევის
სინჯის მოცულობის მიხედვით**

გაფრქვევის ნაკადში მტვრის საგარაუდო კონცენტრაცია, მგ/მ ³	მტვრის განსასაზღვრავად საჭირო აირჰაერმტვერნარევის სინჯის მოცულობა, დმ ³
<2	1000
2-იდან 10-მდე	500
10-დან 50-მდე	250
50-ზე მეტი	100

3. **ატმოსფერულ ჰაერში და გაფრქვევებშია ამიაკის (NH₃) ორთქლის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის სინჯის აღება:** იღებენ 2 თანმიმდევრულად შეერთებულ მინის ფილტრიან მშთანთქმელ მოწყობილობას, ამაგრებენ სამაგრზე ვერტიკალურად, რთავენ ასპირატორს 30 წთ-ის განმავლობაში, ჰაერის ხარჯით 1 დმ³/წთ.

4. **გაფრქვევებში ნახშირჟანგის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის სინჯის აღება:** იღებენ ორი თანმიმდევრულად შეერთებულ პოლეთაქვას მშთანთქმელ მოწყობილობას, ამაგრებენ სამაგრზე ვერტიკალურად, რთავენ ელ. ასპირატორს 10-12 წთ-ის განმავლობაში, ჰაერის ხარჯით 0,5 დმ³/წთ.

5. **გოგირდმჟავას აეროზოლის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის სინჯის აღება:** 50 ლ საკვლევ ჰაერს ასპირირებენ წინასწარ აწონილი AΦA-10 ან AΦA-XA-18 ფილტრით, 10-15 დმ³/წთ სიჩქარით. სინჯის აღების შემდეგ, ფილტრს ფრთხილად იღებენ პინცეტით ასპირატორიდან, კეცავენ და ათავსებენ პოლიეთილენის პაკეტში.

6. **გაფრქვევებში მანგანუმის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის სინჯის აღება:** ასპირატორზე ამაგრებენ AΦA-XM ტიპის ფილტრს და 2-16 წთ-ის განმავლობაში რთავენ ელ. ასპირატორს ჰაერის ხარჯით 10 დმ³/წთ-ში. სინჯის აღების შემდეგ, ფილტრს ფრთხილად იღებენ პინცეტით ასპირატორიდან, კეცავენ და



ათავსებენ პოლიეთილენის პაკეტში.

7. ატმოსფერულ ჰაერში აზოტის ოქსიდთა NO_x (NO_2 -ის სახით) კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის სინჯის აღება: იღებენ ფორებიან ფილტრიან მშთანთქმელ მოწყობილობას, რომელიც შევსებულია მშთანთქმელი ხსნარით, ამაგრებენ სამაგრზე ვერტიკალურად, რთავენ ელ. ასპირატორს 20 წთ-ის განმავლობაში, ჰაერის ხარჯით 0,25 დმ³/წთ. სამრეწველო გაფრქვევებში კი ჰაერის ხარჯით 0,1 დმ³/წთ, 20 წთ-ის განმავლობაში.
8. ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის სინჯის აღება: ასპირატორზე ამაგრებენ АФА-ХП-40 ფილტრს და 30 წთ-ის განმავლობაში რთავენ ასპირატორს, ჰაერის ხარჯით 130 დმ³/წთ. ФПП ფილტრის შემთხვევაში კი სინჯის აღების ხანგრძლივობა არის 30 წთ, ჰაერის ხარჯით 100 დმ³/წთ. სინჯის აღების შემდეგ, ფილტრს ფრთხილად იღებენ პინცეტით ასპირატორიდან, კეცავენ და ათავსებენ პოლიეთილენის პაკეტში.

თუ საჭიროა 24 სთ-იანი გამოკვლევა, ყოველი მათგანისათვის საანალიზოდ იღებენ 4-8 ერთჯერად სინჯებს.

7.5.4. ჰაერის მოცულობის დაყვანა ნორმალურ პირობებამდე

თუკი ცნობილია სინჯის აღების დრო და შეწოვის სიჩქარე (ასპირატორის წარმადობა ანუ მოცულობითი სიჩქარე), შესაძლებელია გავიგოთ ჰაერის მოცულობა, რომელიც გატარდა რომელიმე მშთანთქმელში ან ფილტრში:

$$V_t = V \cdot t \quad (\text{დმ}^3)$$

მაგალითი: სინჯის აღება მიმდინარეობდა 5 წუთის განმავლობაში 12 დმ³/წთ სიჩქარით. ე.ი. აღებული ჰაერის მოცულობა შეადგენს $12 \cdot 5 = 60$ დმ³-ს.

სხვადასხვა სინჯების კვლევის შედეგების შედარებისათვის, რომლებიც აღებულ იქნა ჰაერის სხვადასხვა ტემპერატურის, სხვადასხვა ბარომეტრული წნევის დროს, ჰაერის სინჯის მოცულობა უნდა დავიყვანოთ ნორმალური პირობებამდე, ე.ი. როცა ტემპერატურაა $t=0^\circ\text{C}$ ($T_0=273\text{K}$) და ატმოსფერული წნევა $P=760$ მმ.ვწყ.სვ. (101,3 კპა).

ჰაერის მოცულობის ნორმალურ პირობებამდე დაყვანა ხდება შემდეგი ფორმულის გამოყენებით:

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot P}{(273 + t) \cdot 760} = K \cdot \frac{V_t \cdot P}{(273 + t)}$$

სადაც:

V_0 – ჰაერის მოცულობა, დაყვანილი ნორმალურ პირობებამდე, დმ³;

V_t – ჰაერის მოცულობა t ტემპერატურის დროს სინჯის აღების ადგილას, დმ³;

P – ატმოსფერული წნევა ჰაერის სინჯის აღების დროს, მმ. ვწყ. სვ;

t – ჰაერის ტემპერატურა სინჯების აღების დროს, $^\circ\text{C}$.

$$K = \frac{273}{760} = 0,358 \quad (\text{მმ.ვწყ.სვ.}) \quad \text{ან} \quad K = \frac{273}{101,33} = 2,7 \quad (\text{კპა})$$

მაგალითი: აღებული იქნა 30 ლ ჰაერი. სინჯის აღების მომენტში ატმოსფერული წნევა (P) შეადგენდა 742 მმ.ვწყ.სვ., ჰაერის ტემპერატურა (t) კი 20°C -ს. ნორმალურ პირობებამდე დაყვანილი ჰაერის მოცულობა იქნება:

$$V_0 = \frac{30 \cdot 273 \cdot 742}{(273 + 20) \cdot 760} = 27,3$$



მიღებული შედეგების ოქმის ნიმუში
ჰაერის სინჯის აღება

ატმოსფერული წნევა, მმ.ვწყ.სვ.-----

ჰაერის ტემპერატურა, °C -----

ჰაერის ხარჯი დმ³/წთ -----

აღებული ჰაერის სინჯის მოცულობა, დმ³-----

ჰაერის მოცულობა, დაყვანილი ნორმალურ პირობებამდე, დმ³ -----



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

- ❖ აღწერეთ ზოგადი მოთხოვნები აირმტვერდამჭერი მოწყობილობის ექსპლუატაციის წესების შესახებ
- ❖ აღწერეთ ცემენტის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა
- ❖ აღწერეთ მტვერაირადი ნაკადის შეკრებისა და გაწმენდის სისტემა ელექტრორკალურ ლუმელში გამოდნობის დროს
- ❖ ასპირატორის გამოყენებით აღებული იქნა 40 ლ ჰაერი. სინჯის აღების მომენტში ატმოსფერული წნევა (P) შეადგენდა 764 მმ.ვწყ.სვ., ჰაერის ტემპერატურა (t) კი 22°C-ს. გამოიანგარიშეთ ნორმალურ პირობებამდე დაყვანილი ჰაერის მოცულობა.
- ❖ ჰაერსატარში სინჯის აღების რა მეთოდები არსებობს?
- ❖ რა მეთოდით ხდება ჰაერის სინჯის აღება და ძირითადად რა ხელსაწყო გამოიყენება?
- ❖ აღწერეთ ასპირატორის მუშაობის პრინციპი?
- ❖ რისგან არის დამზადებული ალონჟები და როგორ იშიფრება მათი სახელწოდება?
- ❖ რა სახის ფილტრები გამოიყენება და როგორ იშიფრება მათი სახელწოდება?
- ❖ როგორაა შესაძლებელი გავიგოთ ჰაერის მოცულობა, რომელიც გატარდა რომელიმე მშთანთქმელში ან ფილტრში?
- ❖ რას წარმოადგენენ მშთანთქმელი ხელსაწყოები და როგორ ხდება მასში ჰაერის გატარება?
- ❖ როგორია წნევა და ტემპერატურა ნორმალური პირობების დროს?



**7.6. ატმოსფერულ ჰაერში და გაფრქვევებში მტვრის
(შეწონილი ნაწილაკების) კონცენტრაციის განსაზღვრა
(წონითი ანუ გრავიმეტრული მეთოდი)**

მყარი ნაწილაკები, რასაც ხშირად მტვერს უწოდებენ, ჰაერში სხვადასხვა პროცესის შედეგად ხდება, მაგალითად, როგორიცაა საწვავის (ნახშირი და ნავთობპროდუქტები) წვა და ცემენტის წარმოება.

მეთოდის არსი: ჰაერში მტვრის რაოდენობის განსაზღვრის ძირითად მეთოდს წარმოადგენს წონითი მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია დამტვერიანებული ჰაერის გატარებისას ერთნაირი ეფექტურობის მემბრანულ ან სხვა ფილტრებზე დარჩენილი მტვრის წონის განსაზღვრაზე. ვიცით რა გატარებული ჰაერის რაოდენობა, ფილტრის წონა სინჯის აღებამდე და აღების შემდეგ, ანგარიშობენ მტვრის რაოდენობას 1 მ^3 ჰაერში.

მტვრის განსაზღვრის მგრძნობელობა არის $0,25$ მკგ მტვერი 1 მ^3 სინჯში.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა $(20 \pm 10)^{\circ}\text{C}$, ატმოსფერული წნევა $84,0-106,7$ კპა ($630-800$ მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა არა უმეტეს 80% -ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

კონცენტრაციის გაზომვის საშუალებანი და მასალები: ანალიზური სასწორი, ექსიკატორი, თერმომეტრი, ფილტრები $\Phi 11$, $\Phi 14$, ან $\Phi 18$ ტიპის, პოლისტიროლისანალუმინის ალონჟი, საშრობი კარადა, სამაგრი პინცეტი, ელექტრო ასპირატორი ან მტვერსასრუტი, წამოზომი.

სინჯის აღება: ერთჯერადი კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის ასპირატორით საკვლევ ჰაერს შეიწოვენ წინასწარ აწონილი ფილტრით, რისთვისაც სუფთა ფილტრს იღებენ პერგამენტის პაკეტიდან, მასფრთხილადმოაცილებენდამცველრგოლს და ათავსებენ $40-60$ წუთის განმავლობაში ექსიკატორში ტემპერატურის და ტენიანობის მხრივ მათი წონასწორობაში მოსაყვანად, შემდეგ კი წონიან ანალიზურ სასწორზე $0,1$ მგ სიზუსტით. აწონვის შემდეგ ფილტრს ფრთხილად ათავსებენ პინცეტის საშუალებით სპეციალურ ალონჟში (ფილტრის დამჭერში).

ჰაერსატარში სინჯების ასაღებად გამოყენებული დარტყმამდეგი პოლისტიროლისგან ან ალუმინისგან დამზადებული ძაბრისმაგვარი დახურული ალონჟები არის ფუძეებით შეთავსებადი ორი ღრუ კონუსი, რომელთა შორისაც (ფუძეების შეთავსების სიბრტყეში) მაგრდება აწონილი ანალიზური ფილტრი.

ალონჟს რეზინის მილის საშუალებით აერთებენ ასპირატორთან. მას ამაგრებენ შტატივზე ისე, რომ ფილტრი მიმართული იყოს ქარის ნაკადის შემხვედრი მიმართულებით (მიწიდან $1/5$ მ სიმაღლეზე). რთავენ ასპირატორს და შეიწოვენ საკვლევ ჰაერს.

სინჯის აღების პროცესში ჰაერის მოცულობა დამოკიდებულია აირჰაერმტვერნარევი მტვრის სავარაუდო შემცველობაზე. მტვრის უმნიშვნელო შემცველობისას ჰაერის მოცულობა განისაზღვრება ფილტრზე მტვრის საკმარისი რაოდენობის ($1-2$ მგ) დაგროვების აუცილებლობით, რათა მიღებული შედეგები იყოს საიმედო. მტვრის დიდი კონცენტრაციისას და მასში მსხვილი ფრაქციის დიდი რაოდენობით შემცველობისას ფილტრამდე აყენებენ ხოლმე ციკლონს (მარგი ქმედების კოეფიციენტის გათვალისწინებით) მტვრის უხეში ნაწილის მოსაცილებლად.

აირჰაერმტვერნარევის სინჯის მოცულობა მტვრის სავარაუდო კონცენტრაციის მიხედვით მოცემულია ცხრილ 7.3-ში:



გაფრქვევის ნაკადში მტვრის სავარაუდო კონცენტრაცია, მგ/მ³	მტვრის განსასაზღვრავად საჭირო აირჰაერ- მტვერნარევის სინჯის მოცულობა, დმ³
<2	1000
2-იდან 10-მდე	500
10-დან 50-მდე	250
50-ზე მეტი	100

შენიშვნა: მომატებული ტენიანობისას მტვერსასრუტის გამოყენება არ შეიძლება.

აირჰაერმტვერნარევი სინჯების ასაღებად გამოიყენება რამოდენიმე მეთოდი:

ა) თუ ჰაერში დამტვერიანება დიდია, მაშინ სინჯის აღებას აწარმოებენ 20 წთ-ის განმავლობაში. ასპირატორზე ამაგრებენ ФПП, ФМА ფილტრს და 20 წთ-ის განმავლობაში რთავენ ასპირატორს. ჰაერის მოცულობითი სიჩქარე (ხარჯი) არის 10–15 დმ³/წთ-ში.

ბ) მცირე დამტვერიანების დროს სინჯის აღებას აწარმოებენ 24 სთ-ის განმავლობაში, ჰაერის ხარჯით 5 დმ³/წთ-ში.

ატმოსფერულ ჰაერში მტვრის ერთჯერადი კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის საკვლევ ჰაერს შეიწოვენ წინასწარ აწონილი ფილტრით (დიამეტრით 35 მმ-ზე მეტი), 1000 ლ ჰაერს სიჩქარით (ხარჯით) 15 დმ³/წთ ($t = \frac{V}{v}$) ზემოთ მოყვანილი ცხრილის შესაბამისად. ყოველ ადგილას იღებენ ერთდროულად 2 სინჯს.

მტვრის სინჯის აღება შეიძლება ქარის საშუალო სიჩქარის დროს, ჰაერის შეწოვის სიჩქარის მომატების გარეშე.

ანალიზის მსვლელობა:

სინჯის აღების დასრულების შემდეგ ფილტრს ამოიღებენ ალონჟიდან, კეცავენ დაბინძურებული მხარით შიგნით, ათავსებენ იმავე პაკეტში, საიდანაც იქნა თავიდან ამოღებული და მიაქვთ ლაბორატორიაში. აწონვამდე ფილტრებს ათავსებენ იმ შენობაში (იმ ადგილას, ოთახში) 40–60 წუთის განმავლობაში ექსიკატორში ტემპერატურის და ტენიანობის მხრივ მათი წონასწორობაში მოსაყვანად, სადაც მოხდა მისი თავდაპირველი აწონვა. ასეთი წესით მომზადებულ ფილტრებს (დამცველი რგოლის გარეშე) წონიან ანალიზურ სასწორზე 0,1 მგ სიზუსტით.

თუ სინჯის აღება ხდებოდა ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის 100%-თან მიახლოების შემთხვევაში, მაშინ ფილტრებს ათავსებენ ექსიკატორში (CaCl₂-იან ექსიკატორში) 2 სთ-ით, ან თერმოსტატში 50°C ტემპერატურაზე 20–30 წთ, ხოლო შემდეგ 40–50 წთ აჩერებენ შენობაში, სადაც უნდა მოხდეს მისი აწონვა.

შეწოვილი ჰაერის მოცულობას ანგარიშობენ შეწოვის სიჩქარის (მოცულობითი ხარჯის) გადამრავლებით შეწოვის დროზე:

$$V = 15 \text{ დმ}^3/\text{წთ} \cdot 66,7 \text{ წთ} = 1000 \text{ ლ}$$

საკვლევ ჰაერში მტვრის კონცენტრაცია C (მგ/მ³) გამოითვლება ფორმულით:

$$C = \frac{(a_2 - a_1)}{V_0} \cdot 1000$$

სადაც:

C – არის ჰაერში მტვრის კონცენტრაცია, მგ/მ³;

a₁ – ფილტრის წონა ჰაერის შეწოვამდე, მგ;



a_2 – ფილტრის წონა ჰაერის შეწოვის შემდეგ, მგ;

10^3 – ლიტრებზე გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი;

V_0 – შეწოვილი ჰაერის მოცულობა, დაყვანილი ნორმალურ პირობებამდე, დმ³.

მტვრის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის საანალიზო ჰაერის მოცულობა უნდა დავიყვანოთ ნორმალურ პირობებამდე, ე.ი. როცა ტემპერატურა $t=0^\circ\text{C}$ ($T_0=273\text{K}$) და ატმოსფერული წნევა $P=760$ მმ.ვწყ.სვ. (101,3 კპა).

ჰაერის მოცულობის ნორმალურ პირობებამდე დაყვანა ხდება შემდეგი ფორმულის გამოყენებით:

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot P}{(273 + t) \cdot 760}$$

სადაც:

V_0 – ჰაერის მოცულობა, დაყვანილი ნორმალურ პირობებამდე, დმ³;

V_t – ჰაერის მოცულობა t ტემპერატურის დროს სინჯის ალების ადგილას, დმ³;

P – ატმოსფერული წნევა ჰაერის სინჯის ალების დროს, მმ. ვწყ. სვ;

t – ჰაერის ტემპერატურა სინჯების ალების დროს, $^\circ\text{C}$.

მაგალითი: აღებულ იქნა 1000 ლ ჰაერი. სინჯის ალების მომენტში ატმოსფერული წნევა (P) შეადგენდა 742 მმ.ვწყ.სვ. ჰაერის ტემპერატურა (t) 20°C . აუცილებელია ჰაერის მოცულობა (დმ³) დავიყვანოთ ნორმალურ პირობებამდე:

$$V_0 = \frac{1000 \cdot 273 \cdot 742}{(273 + 20) \cdot 760} = 909,7$$

ჰაერის სინჯი დამტვერიაწებაზე მიმდინარეობს საწარმოდან 100 მ-ის დაშორებით. სინჯის ალებამდე ფილტრი იწონიდა 652 მგ, ხოლო ალების შემდეგ 652,5 მგ. სინჯის ალების დრო 20 წთ. მოცულობითი სიჩქარე 1,5 ლ/წთ. მტვრის კონცენტრაცია C (მგ/მ³) გამოითვლება ფორმულით:

$$C = \frac{(652,5 - 652) \cdot 1000}{909,7} = 0,55$$

ჰაერში მტვრის კონცენტრაციაა 0,55 მგ/მ³, რაც 0,05-ით აღემატება ზღვ-ს.

მიღებული შედეგების ოქმის ნიმუში

მტვრის (შეწონილი ნაწილაკების) კონცენტრაციის განსაზღვრა

ატმოსფერული წნევა, მმ.ვწყ.სვ.-----

ჰაერის ტემპერატურა, $^\circ\text{C}$ -----

აღებულ ჰაერის სინჯის მოცულობა, დმ³-----

ჰაერის მოცულობა, დაყვანილი ნორმალურ პირობებამდე, დმ³-----

ფილტრის წონა ჰაერისგაწოვამდე, მგ-----

ფილტრის წონა ჰაერის გაწოვის შემდეგ, მგ -----

მტვრისკონცენტრაციაჰაერში, მგ/მ³ -----



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რაში მდგომარეობს ჰაერში მტვრის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის სინჯის აღების მეთოდის არსი?
2. ჩამოთვალეთ აღნიშნულ მეთოდში გამოყენებული აპარატურა.
3. გაწერეთ სინჯის აღება ეტაპებად და ჩამოაყალიბეთ სამოქმედო გეგმა.
4. ჰაერსატარში სინჯების ასაღებად როგორი ალონჟები გამოიყენება?
5. როგორ ხდება ჰაერის სინჯის აღება და ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის 100%-თან მიახლოების შემთხვევაში, როგორ ხდება ფილტრების დამუშავება?

7.7. გაფრქვევებში ნახშირჟანგის კონცენტრაციის განსაზღვრა

(ფოტომეტრული მეთოდი)

გაფრქვევებში ნახშირჟანგის კონცენტრაციის განსაზღვრის მეთოდების შერჩევის უმთავრესი კრიტერიუმებია: მეთოდის სიმარტივე, განსაზღვრის მოხერხებულობა, მაღალი სელექციურობა და სიზუსტე, მაღალი მგრძნობიარობა, განსაზღვრის აღწარმოებადობა და განსაზღვრის ფართო ინტერვალი. ამ კრიტერიუმთა გათვალისწინებით გაფრქვევებში ნახშირჟანგის კონცენტრაციის განსაზღვრისთვის რეკომენდებულია:

ა) გაფრქვეული ნაკადის სინჯში ნახშირჟანგის კონცენტრაციის განსაზღვრის ლაბორატორიული მეთოდი;

ბ) გაფრქვევებში ნახშირჟანგის კონცენტრაციის განსაზღვრის ექსპრეს-ანალიზის მეთოდი.

ნახშირბადის მონოოქსიდის კონცენტრაციის განსაზღვრის ლაბორატორიული მეთოდებიდან რეკომენდებულია ფოტომეტრული მეთოდი ვერცხლის ნიტრატის გამოყენებით. მეთოდი დაფუძნებულია ვერცხლის ნიტრატის ამიაკური ხსნარით ნახშირჟანგის წარმოქმნაზე და შემდგომ შეფერილი ხსნარის კოლორიმეტრულ განსაზღვრაზე.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა $(20 \pm 10)^{\circ}\text{C}$, ატმოსფერული წნევა 84,0-106,7 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

კონცენტრაციის გაზომვის საშუალებანი, მასალა-რეაქტივები და მათი მომზადება: ელ. ასპირატორი როტამეტრით განსაზღვრული მოცულობის ჰაერის ამოსაქაჩად, ორი თანმიმდევრულად შეერთებული პოლეთილენის მშთანთქმელი მოწყობილობა, დოზიმეტრი, კოლორიმეტრული სინჯარები, მზომი კოლბები, პიპეტები.

1. ამიაკი, 25 %-იანი;
2. სილიკაგელი;
3. გოგირდმჟავა;
4. ჰიანჭველამჟავა;



5. პიროგალოლი;
6. ნატრიუმის და კალიუმის ტუტე;
7. ვერცხლის ნიტრატი 0,05 %-იანი ხსნარი: 5 გ AgNO_3 -ს ხსნიან ცოტა დისტილირებულ წყალში და მოცულობა მიყავთ წყლით 100 მლ-მდე. ინახება მუქი ფერის ჭურჭელში.
8. მშთანთქმელი ხსნარი: 100 მლ 0,05 %-იანი ვერცხლის ნიტრატს უმატებენ 0,5 მლ 25 %-იან ამიაკის ხსნარს.
9. ნატრიუმის ტუტის 0,5 %-იანი ხსნარი: 0,5 გ NaOH -ს ხსნიან ცოტა დისტილირებულ წყალში და მოცულობა წყლით მიყავთ 100 მლ-მდე;
10. ვერცხლის ნიტრატი 0,15 N ხსნარი: 2,55 გ AgNO_3 -ს ხსნიან ცოტა დისტილირებულ წყალში და მოცულობა მიყავთ წყლით 100 მლ-მდე.

შენიშვნა: ანალიზისათვის გამოყენებული ყველა რეაქტივი უნდა იყოს ქიმიურად სუფთა (ქ.ს.) ან სუფთა ანალიზისათვის (ს.ა.), ან მომზადებული შესაბამისი ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის მიხედვით.

სინჯის აღება: ერთჯერადი კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის 5-6 ლ საკვლევ ჰაერს 0,5 ლ/წთ სიჩქარით (ე.ი. 10-12 წთ) შეიწოვენ ორი თანმიმდევრულად შეერთებული პოლეთილენის მშთანთქმელი მოწყობილობით, რომელშიც მოთავსებულია 10 მლ ვერცხლის ნიტრატის ამიაკური ხსნარი. ხელშემშლელი მინარევებისაგან (ალდეჰიდები და გოგირდწყალბადი) ჰაერის გასუფთავებისათვის მშთანთქმელი ხელსაწყოს წინ ათავსებენ გოგირდრებულ მილს სილიკაგელით და მშანმთქმელ მოწყობილობას, რომელშიც მოთავსებულია 10 მლ 0,5%-იანი ნატრიუმის ტუტის ხსნარი.

ნახშირჟანგის კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის საანალიზო ჰაერის მოცულობა უნდა დავიყვანოთ ნორმალურ პირობებამდე, ე.ი. როცა ტემპერატურა $t=0^\circ\text{C}$ ($T_0=273\text{K}$) და ატმოსფერული წნევა $P=760$ მმ.ვწყ.სვ. (101,3 კპა).

ჰაერის მოცულობის ნორმალურ პირობებამდე დაყვანა ხდება შემდეგი ფორმულის გამოყენებით:

$$V_0 = \frac{V_t \cdot 273 \cdot P}{(273 + t) \cdot 760}$$

სადაც:

V_0 –ჰაერის მოცულობაა, დაყვანილი ნორმალურ პირობებამდე, დმ³;

V_t –ჰაერის მოცულობა t ტემპერატურის დროს სინჯის აღების ადგილას, დმ³;

P –ატმოსფერული წნევა ჰაერის სინჯის აღების დროს, მმ.ვწყ.სვ;

t –ჰაერის ტემპერატურა სინჯის აღების დროს, $^\circ\text{C}$.

ნახშირჟანგის მიღება: 250 მლ-იან გადამდენ კოლბაში ასხამენ დაახლოებით 100 მლ გოგირდმჟავას, ახურავენ თავსახურს, რომელშიც მჭიდროდაა ჩადგმული 50 მლ-იანი წვეთოვანი ძაბრი გაწელილი და ორმაგი მოღუნული ბოლოთი. კოლბას ფრთხილად აცხელებენ სილის აბაზანაზე $80-110^\circ\text{C}$ ტემპერატურამდე, გაციების შემდეგ შეყავთ ძაბრიდან წვეთობით ჭიანჭველამჟავა.

წარმოქმნილი აირი გადის გამწმენდ სისტემაში, რომელიც შედგება 50 მლ-იანი გამრეცხი ჭურჭლებისა და გამწმენდი სვეტისაგან. ერთ გამრეცხ ჭურჭელში ათავსებენ 20 მლ 30 %-იან მწვავე ნატრის ხსნარს, მეორეში კი 20 მლ ნატრიუმის ჰიდროსულფატის ხსნარს (2 გ ჰიდროსულფატს ხსნიან 10 მლ წყალში და უმატებენ 10 მლ 10 %-იან მწვავე ნატრის ხსნარს). გამწმენდ სვეტს ავსებენ გრანულირებული კალციუმის ქლორიდით. აირის პირველ პორციას უშვებენ მესამე გამრეცხი ჭურჭლით ნახშირბადის შთანთქმისათვის ლაბორატორიის ჰაერის დაბინძურების არიდებისათვის. ამ ჭურჭლებს ავსებენ 10 მლ 0,1 N მწვავე კალიუმის ხსნარით, 10 მლ 0,15 N ვერცხლის ნიტრატით და 10 მლ პიროგალოლით.



გამწმენდი სვეტი და ბოლო გამრეცხი ჭურჭელი შეერთებული ორი გადამყვანით ისე, რომ ყოველი გადამყვანის ორივე დაბოლოებებს შორის შესაძლებელი იყოს გავიდეს ნახშირჟანგი რეზინის მილით. გადამყვანის მეორე ბოლოთი იღებენ ნახშირჟანგის საჭირო რაოდენობას.

ანალიზის მსვლელობა:

საკვლევ ხსნარს ორივე მშთანთქმელი მოწყობილობიდან გადასხამენ კოლორიმეტრიულ სინჯარაში, ათავსებენ წყლის აბაზანაზე და ადუღებენ 5 წთ. გაციების შემდეგ სინჯის შეფერილობის ინტენსივობას ადარებენ ამავდროულად მომზადებულ სტანდარტული სკალის კოლორიმეტრიულ სინჯარებს. სტანდარტული სკალის ასაგებად კოლორიმეტრიულ სინჯარებში ასხამენ მზომი პიპეტით მიღებული ნახშირჟანგის 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 და 0,6 მლ ხსნარებს. მათ შეესაბამება 0,125; 0,25; 0,375; 0,5; 0,625 და 0,75 მლ ნახშირბადის მონოოქსიდი. კოლორიმეტრიულ სინჯარებს უმატებენ მშანმთქმელ ხსნარს და მოცულობა მიყავთ 10 მლ-მდე. ყველა კოლორიმეტრიულ სინჯარას და ასევე საკვლევ სინჯს ათავსებენ წყლის აბაზანაზე და ადუღებენ 5 წთ. ატარებენ ვიზუალური კოლორიმეტრირებას.

დავუშვათ, რომ საკვლევი სინჯის შეფერილობის ინტენსივობა აღმოჩნდა № 2 კოლორიმეტრიული სინჯარის შეფერადების ანალოგიური, რომელიც შეიცავს 0,25 მლ ნახშირჟანგს. ე.ი. საკვლევი სინჯიც შეიცავს იგივე რაოდენობას.

სტანდარტული სკალასათვის მომზადებული სერიები ვარგისია 3 დღე-ღამის განმავლობაში.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: ნახშირჟანგის კონცენტრაცია C (მგ/მ³) საკვლევ დაბინძურებულ ჰაერში გამოითვლება ფორმულით:

$$C = \frac{a \cdot 1000}{V_0}$$

სადაც:

a – არის საკვლევი ხსნარის მთელ მოცულობაში დამაბინძურებელი ნივთიერების რაოდენობა, მკგ;

V_0 – ჰაერის სინჯის მოცულობა ჩატარებული ნორმალურ პირობებში ან მიყვანილი ნორმალურ პირობებამდე, დმ³.

მიღებული შედეგების ოქმის ნიმუში

ნახშირჟანგის კონცენტრაციის განსაზღვრა

ატმოსფერული წნევა, მმ.ვწ.სვ. -----

ჰაერის ტემპერატურა, °C -----

აღებული ჰაერის სინჯის მოცულობა, დმ³ -----

ჰაერის მოცულობა, დაყვანილი ნორმალურ პირობებამდე, დმ³ -----

ნახშირჟანგის რაოდენობა საანალიზო სითხის მოცულობაში, მგ -----

ნახშირჟანგის კონცენტრაცია, მგ/მ³ -----



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. ნახშირქანგის კონცენტრაციის განსაზღვრისთვის რა მეთოდებია რეკომენდებული?
2. რაში მდგომარეობს ნახშირქანგის კონცენტრაციის განსაზღვრის მეთოდის არსი?
3. გაწერეთ სინჯის აღება ეტაპებად და ჩამოაყალიბეთ სამოქმედო გეგმა.
4. როგორი უნდა იყოს ანალიზისათვის გამოყენებული ყველა რეაქტივი?
5. სინჯის ასაღებად რომელი მშთანთქმელი მოწყობილობა გამოიყენება და როგორი ხსნარია მოთავსებული მასში?
6. ერთჯერადი კონცენტრაციის განსაზღვრისათვის რამდენ ლიტრ საკვლევ ჰაერს იღებენ და რა სიჩქარით?
7. როგორ ხდება ნახშირქანგის მიღება და გამწმენდი სვეტი და ბოლო გამრეცხი ჭურჭელი როგორაა შეერთებული ნახშირქანგის საჭირო რაოდენობის ასაღებად?



7.8. აირმტვერდამჭერი მოწყობილობების ეფექტურობის შეფასება

უნივერსალური მტვერდამჭერი მოწყობილობა ე.ი. ისეთი მოწყობილობა, რომელიც გამოყენებული იქნება ყველა სახის მტვრის დასაჭერად - არ არსებობს. მოწყობილობა, რომელიც ძალზე ეფექტურია ერთი სახის მტვრის დაჭერისათვის, შესაძლებელია აღმოჩნდეს ძალზედ არაეფექტური სხვა სახის მტვრისათვის.

მტვერდამჭერი მოწყობილობის შერჩევის ძირითად კრიტერიუმს გაწმენდის ხარისხი წარმოადგენს. ამიტომ მტვერდამჭერთა შერჩევისას უპირატესობა ენიჭება იმ მოწყობილობას, რომელიც მოცემულ პირობებში, მოცემული მტვრის სახისათვის გაწმენდის მაქსიმალურ ეფექტურობას უზრუნველყოფს.

ეფექტური აირმტვერდამჭერი მოწყობილობა

მოწყობილობა, რომელიც გამართულ მდგომარეობაში უზრუნველყოფს აირჰაერნარევის გაწმენდას მავნე ნივთიერებებისაგან ან მათ გაუვნებლობას დადგენილ კონცენტრაციამდე.

თუკი გაწმენდის ერთნაირ ეფექტურობას უზრუნველყოფს რამდენიმე მოწყობილობა, უნდა გავითვალისწინოთ კონკრეტული პირობები და ისეთი მაჩვენებლები, როგორიცაა ელექტროენერგიისა და წყლის ხარჯი, მოწყობილობებისათვის საჭირო ფართი, დაჭერილი მტვრის გამოყენების შესაძლებლობა, მომსახურების სირთულე, შრომატევადობა და ა.შ. მიზანშეწონილია გამოყენებისათვის შესაძლო რამდენიმე ვარიანტის ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლების შედარება.

მტვერდამჭერის მუშაობის ეფექტურობა წარმოადგენს პროცენტებში გამოსახულ სიდიდეს, რომელიც გვიჩვენებს დაჭერილი მტვერაირადი ნაკადის გაწმენდის ხარისხს და წარმოადგენს დროის ერთეულში აპარატის მიერ დაჭერილი მტვრის ფარდობას დამტვერიანებული ნაკადის მტვრის შემცველობასთან.

$$\eta = \frac{G_{\text{მტვ.}} - G_{\text{გაგ.}}}{G_{\text{მტვ.}}} = \frac{V_{\text{მტვ.}} \cdot C_{\text{მტვ.}} - V_{\text{გაგ.}} \cdot C_{\text{გაგ.}}}{V_{\text{მტვ.}} \cdot C_{\text{მტვ.}}} \cdot 100\%$$

$G_{\text{მტვ.}}$ - მტვრის მასური ხარჯი მტვერდამჭერის შესასვლელთან, კგ/წმ.

$G_{\text{გაგ.}}$ - მტვრის მასური ხარჯი მტვერდამჭერის გამოსასვლელთან, კგ/წმ.

$V_{\text{მტვ.}}$ და $V_{\text{გაგ.}}$ - გასაწმენდი და გაწმენდილი აირის (ჰაერის) მოცულობითი ხარჯი მ³/წმ.

$C_{\text{მტვ.}}$ და $C_{\text{გაგ.}}$ - მტვრის კონცენტრაცია გასაწმენდ და გაწმენდილ აირში (ჰაერში), გ/მ³.

აირმტვერდამჭერი მოწყობილობების მუშაობის ეფექტურობის (გაწმენდის ხარისხის) განსაზღვრა ხორციელდება მხოლოდ ინსტრუმენტალური გაზომვების საფუძველზე. მტვერდამჭერის ეფექტურობას ძირითადად განსაზღვრავენ წონითი მეთოდით. აღნიშნული განსაზღვრისათვის აუცილებელია, რომ მტვრის სინჯები აღებულ იქნას ერთდროულად, აირმტვერდამჭერ დანადგარამდე და მის შემდეგ, სინჯთა აღების ერთიდაიგივე ხანგრძლივობით. სავალდებულოა, რომ აირმტვერდამჭერი მოწყობილობების ეფექტურობის განსაზღვრის უზრუნველსაყოფად, ჰაერსატარები აღჭურვილი იყოს სინჯამდები მილაკის შესაყვანი გახსნად/დახურვადი სარკმელებით.



აირმტვერდამჭერი მოწყობილობის მუშაობის ეფექტურობის განსაზღვრისათვის შეავსეთ შემდეგი ცხრილი:

ცხრილი 7.4

N	მაჩვენებლების დასახელება	განზომილება	მაჩვენებლების მნიშვნელობა	
			საპროექტო	ფაქტობრივი
1	წარმადობა აირის (ჰაერის) მიხედვით			
	- შესასვლელზე	ათ.ნმ ³ /სთ*		
	- გამოსასვლელზე	ათ.ნმ ³ /სთ*		
2	გასაწმენდ აირში (ჰაერში) მავნე ნივთიერებების კონცენტრაცია			
	- შესასვლელზე	გ/ნმ ³ *		
	- გამოსასვლელზე	გ/ნმ ³ *		
3	აირის გაწმენდის ეფექტურობა	%		
4	სხვა დამახასიათებელი მაჩვენებლები			

* -განზომილება, დაყვანილი ნორმალური პირობებისთვის $t=0^{\circ}\text{C}$; $P=1$ ატმ.



დავალებები და კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

- როგორ განისაზღვრება მტვერდამჭერების ეფექტურობა?
- რომელი მეთოდით ხდება მტვერდამჭერის ეფექტურობის განსაზღვრა?
- რომელი წერტილებიდან უნდ მოხდეს სინჯების აღება მტვერდამჭერის ეფექტურობის განსაზღვრისათვის?
- გამოიანგარიშეთ მტვერდამჭერის ეფექტურობა, თუკი ნორმალურ პირობებამდე დაყვანის შემდეგ მტვრის მასური ხარჯი მტვერდამჭერის შესასვლელთან 0,03 კგ/წმ და მტვრის მასური ხარჯი მტვერდამჭერის გამოსასვლელთან, 0,01 კგ/წმ.
- გამოიანგარიშეთ მტვერდამჭერის ეფექტურობა, თუკი ნორმალურ პირობებში გასაწმენდი აირის (ჰაერის) მოცულობითი ხარჯი 0,025 მ³/წმ და გაწმენდილი 0,03 მ³/წმ, მტვრის კონცენტრაცია გასაწმენდ აირში (ჰაერში), 0,05 გ/მ³ და გაწმენდილ აირში (ჰაერში) 0,015 გ/მ³.



რეკომენდებული ლიტერატურა და სასწავლო მასალები

- ❖ დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევების ფაქტობრივი რაოდენობის განსაზღვრის ინსტრუმენტული მეთოდის და გაფრქვევების ფაქტობრივი რაოდენობის დამდგენი სპეციალური გამზომ-საკონტროლო აპარატურის შესახებ. საქართველოს მთავრობის დადგენილება, N435, 2013 წლის 31 დეკემბერი.
- ❖ აირმტვერდამჭერი მოწყობილობის ექსპლუატაციის ტექნიკური რეგლამენტი. საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 3 იანვრის N21 დადგენილება
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=QfTZUMq-LGI>
- ❖ https://www.youtube.com/watch?v=oZoweO_UX6s
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=quSw9-p2MMM>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=EDAq62o68dQ>
- ❖ https://www.youtube.com/watch?v=4C8LHIX3t_Y
- ❖ https://www.youtube.com/watch?v=bvB7P_ro3GU
- ❖ https://www.youtube.com/watch?v=RF5cKG_TvtU
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=iUXHzYLgrB0>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=BdRk3op2zpE>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=Yz7fVySGugY>
- ❖ https://www.youtube.com/watch?v=RF5cKG_TvtU
- ❖ https://www.youtube.com/watch?v=bvB7P_ro3GU
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=bbXZCzgZh4w>



8. ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების და მოწყობილობების მომსახურება

8.1. ჩამდინარე წყლების სახეები. საწარმოო ჩამდინარე წყლების შედგენილობა

ჩამდინარე წყალი ეწოდება მრეწველობის, კომუნალური წარმოებისა და მოსახლეობის მიერ გამოყენებულ წყალს, რომელიც საჭიროებს სხვადასხვა მინარევებისაგან გაწმენდას. ჩამდინარე წყლების სახეებია:

1. საწარმოო ჩამდინარე წყალი, რომელიც წარმოადგენს ტექნოლოგიურ პროცესებში გამოყენებულ წყალს;
2. სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყალი, რომელიც გროვდება საკანალიზაციო სისტემის საშუალებით;
3. ზედაპირული ჩამდინარე წყალი, ატმოსფერული ნალექების შედეგად წარმოქმნილი ნიაღვრული წყალი.

ყველა სახის ჩამდინარე წყალი საბოლოოდ ჩაედინება და თავს იყრის ზედაპირულ წყლებში (მდინარეები, წყალსაცავები, ტბები და ა.შ.), რაც იწვევს მათ დაბინძურებას. აღნიშნულის გამო, ზედაპირულ წყლებში ჩაშვებამდე საწარმოო და სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლები უნდა გაიწმინდოს.

საწარმოო ჩამდინარე წყალი ხასიათდება სხვადასხვა შედგენილობით და მასში დამაბინძურებელი ნივთიერების მოხვედრა დამოკიდებულია საწარმოსა და ნედლეულის სახეზე, გამოყენებულ ტექნოლოგიურ პროცესზე და საწარმოო აპარატებზე. საწარმოო ჩამდინარე წყლების შედგენილობასა და ხარისხზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს წარმოებაში გამოყენებული ნედლეული. ნედლეულის ნარჩენები ხშირად წარმოადგენს ჩამდინარე წყლების დაბინძურების ძირითად წყაროს (ქვიშის ნაწილაკები და სხვა).

ხარისხის მხრივ საწარმოო ჩამდინარე წყლები არის:

1. დაუბინძურებული ანუ პირობითად სუფთა წყლები.
2. დაბინძურებული წყლები;

პირობითად სუფთა წყალი შეიძლება ჩაშვებულ იქნას წყალსატევში გაწმენდის გარეშე ან გამოვიყენოთ სხვა მიზნებისათვის.

შედგენილობის მიხედვით დაბინძურებული საწარმოო ჩამდინარე წყლებს ყოფენ 4 ჯგუფად:

1. დაბინძურებული ძირითადად მინერალური მინარევებით;
2. დაბინძურებული ძირითადად ორგანული ნივთიერებებით;
3. დაბინძურებული როგორც მინერალური, ისე ორგანული ნივთიერებებით;
4. დაბინძურებული მომწამლავი და ტოქსიკური ნივთიერებებით.

სამრეწველო დარგების სპეციფიკიდან გამომდინარე ჩამდინარე წყლების დამაბინძურებელი კომპონენტები სხვადასხვაა.

მინერალური გაჭუჭყიანების წყაროებია ქიმიური, მეტალურგიული, მანქანათმშენებელი ქარხნების ჩამდინარე წყლები, ნავთობისა და სამთომომპოვებელი მრეწველობის ნარჩენები.

ორგანულ დამაჭუჭყიანებლებს შეიცავს სამეურნეო-ფეკალური ჩამდინარე წყლები, ტყავის, ცელულოზ-ქაღალდის, ლუდის საწარმოები და სხვა.



ბაქტერიული ანუ ბიოლოგიური გაჭუჭყიანების წყაროებია სხვადასხვა მიკროორგანიზმები: საფუარის და ობის სოკოები, მცირე წყალმცენარეები და ბაქტერიები, მათ შორის ტიფისა და დეზინტერიის გამომწვევი მიკრობები და ა.შ.

საწარმოო ჩადინარე წყლების შედგენილობა სხვადასხვა წარმოებებში მერყეობს ფართო დიაპაზონის ფარგლებში. წარმოების ჩამდინარე წყლები შეიცავს სპეციფიკურ მინარევებს, რომლებიც ხშირად წარმოდგენილია მაღალი კონცენტრაციით, ხასიათდებიან ტოქსიკურობით, აგრესიულობით და სხვა თვისებებით.

აგრესიულობის ხარისხის მიხედვით განასხვავებენ:

1. ნაკლებად აგრესიული ჩამდინარე წყლები (სუსტი მჟავე, pH-6:6,5) და სუსტი ტუტე, pH (8:9)
2. ძლიერი აგრესიული წყლები (ძლიერ მჟავე, pH<6 და ძლიერ ტუტე, pH>9).

ჩამდინარე წყლების აგრესიულობის ხარისხის შეფასების დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს მათ ტემპერატურასა და მოძრაობის სიჩქარეს. აგრესიული გარემო, მაღალი ტემპერატურა და მოძრაობის სიჩქარე იწვევს სამშენებლო მასალების კოროზიას. უმრავლეს შემთხვევაში საწარმოო ჩამდინარე წყლების pH არის დასაშვებ ფარგლებში (6,5:8,5), მაგრამ ზოგიერთი წარმოების ჩამდინარე წყლები ძლიერ მჟავე ან ძლიერ ტუტეა. ამ წყლების ჩაშვება კანალიზაციაში წინასწარი ნეიტრალიზაციის გარეშე დაუშვებელია მიწისა და ნაგებობების მასალაზე მათი დამშლელი მოქმედების, ბიოქიმიური პროცესების რღვევის და წყალსატევის წყლის აქტიური რეაქციის შეცვლის გამო.

აღნიშნულის გარდა, საწარმოო ჩამდინარე წყლების დაბინძურების სახე დამოკიდებულია საწარმოს ხასიათზე. დაბინძურებული ჩამდინარე წყლები მავნე გავლენას ახდენს მილგაყვანილობაში გამწმენდ ნაგებობებსა და წყალსატევებზე, რადგან საწარმოს ხასიათის მიხედვით ისინი შეიცავენ გოგირდწყალბადს, გოგირდნახშირბადს, ფენოლს, ბენზოლს, სტიქნინს, მძიმე ლითონების მარილებს და სხვა.

საწარმოო ჩამდინარე წყლების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მაჩვენებელია „ჟმბ“ (ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილება) და „ჟქმ“ (ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილება).

საწარმოო ჩამდინარე წყლების შედგენილობა მოქმედ საწარმოებში განისაზღვრება ფიზიკურ-ქიმიური ანალიზების საფუძველზე.

სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო წყლები წარმოიქმნება ადამიანის ყოფა-ცხოვრების პროცესში, გროვდება კანალიზაციის ცალკე ქსელით და იწმინდება დამოუკიდებელ შესაბამის გამწმენდ ნაგებობებში.

ყველაზე დიდი ზიანი წყალსატევებისა და წყალნაკადებისათვის მოაქვს გაუწმენდავი საწარმოო და კომუნალურ-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების ჩაშვებას, რადგან ასეთი სახის ჩამდინარე წყლებში ჭარბობს სხვადასხვა სახის ორგანული ნაერთები, ასევე მიკროორგანიზმები, რაც იწვევს ბაქტერიულ დაბინძურებას.

მნიშვნელოვანი რაოდენობა ისეთი საშიში ნაერთებისა, როგორიცაა პესტიციდები, ამონიუმის და ნიტრატული აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი და სხვა ჩამოირეცხება სასოფლო-სამეურნეო ტერიტორიებიდან და მეცხოველეობის კომპლექსებიდან. ისინი წყალსატევებში ხვდებიან ყოველგვარი გაწმენდის გარეშე, ამიტომ წყალსატევებში მაღალია ორგანული ნაერთების, ბიოგენური ელემენტების და სხვა პოლუტანტების კონცენტრაცია.

წყალჩაშვება

სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო, საწარმოო, სადრე-ნაჟო, სანიაღვრე და სხვა წყლების ორგანიზებული ჩაშვება ზედაპირული წყლის ობიექტებში.



წყალსაცავის გაჭუჭყიანების ნიშნებია: სხვადასხვა მოტივტივე ნივთიერებები და ნალექი ფსკერზე, წყლის ფიზიკური (ფერი, სუნი, გემო) და ქიმიური (ხსნარის pH, მომწამლავი ნივთიერების შემცველობა) თვისებების შეცვლა, გახსნილი ჟანგბადის შემცირება, დაავადების გამომწვევი ბაქტერიების შემცველობა და სხვა.

8.2. ჩამდინარე წყლების ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩაშვების ნორმირება

საქართველოს ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის ტექნიკური რეგლამენტის თანახმად განსაზღვრულია წყლის კონტროლისა და მონიტორინგის შემდეგი სახეები:

- თვითკონტროლი, რომელსაც ახორციელებს საწარმო-წყალმოსარგებლე,
- სახელმწიფო კონტროლი, რომელსაც ახორციელებს გარემოსდაცვითი ზედამხედველობის დეპარტამენტი,
- ზედაპირული წყლების სახელმწიფო მონიტორინგი, რომელსაც ახორციელებს სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტო.

წყალმოსარგებლე აკონტროლებს გამოყენებული და წყლის ობიექტებში ჩაშვებული წყლის მოცულობებს, ჩამდინარე წყლების შედგენილობასა და თვისებებს, წყლის შედგენილობას და თვისებებს ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილებში.

დამტკიცებულია
საქართველოს მთავრობის
2013 წლის 31 დეკემბრის
N 425 დადგენილებით

საქართველოს ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის ტექნიკური რეგლამენტი

მუხლი 4. კონტროლი და მონიტორინგი

1. კონტროლს წყლის დაცვაზე ახორციელებს თვით საწარმო-წყალმოსარგებლე (თვით-კონტროლი), ხოლო სახელმწიფო კონტროლს სახელმწიფო საქვეუწყებო დაწესებულება - გარემოსდაცვითი ზედამხედველობის დეპარტამენტი, ხოლო ზედაპირული წყლების სახელმწიფო მონიტორინგს ახორციელებს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს სსიპ „გარემოს ეროვნული სააგენტო“.
2. წყალმოსარგებლენი აკონტროლებენ:
 - ა) აღებული, გამოყენებული და წყლის ობიექტებში ჩაშვებული წყლის მოცულობებს;
 - ბ) ჩამდინარე წყლების შემადგენლობასა და თვისებებს;
 - გ) წყლის ობიექტის წყლის შემადგენლობასა და თვისებებს ჩამდინარე წყლების ჩაშვების ადგილებში.

ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლების ჩაშვება ნორმირებულია ტექნიკური რეგლამენტით „ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებულ დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზღრ) ნორმების გაანგარიშების შესახებ“.



ტექნიკური რეგლამენტის მიხედვით დაწესებულია მოთხოვნები ურბანული და სხვა საყოფაცხოვრებო წყლების გამწმენდი ნაგებობებიდან ჩაშვებაზე.

ცხრილი 8.1

მოთხოვნები ურბანული და სხვა სამეურნეო-საყოფაცხოვრებო ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობებიდან ჩაშვებაზე			
პარამეტრები	კონცენტრაცია	შემდგენლობის მინიმალური პროცენტული შემცირება	გაზომვის მეთოდი
ქანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილება (BOD ₅ 20°C) ნიტრიფიცირების გარეშე	25 მგ/ლ O ₂	70-90	ჰომოგენური, გაუფილტრავი, გაუწურავი (სხვა ჭურჭელში გადაუსხმელი) ნიმუში. გახსნილი ქანგბადის განსაზღვრა 5დღიან ინკუბაციამდე და მის შემდეგ 20°C (1° C-ისა და სრული სიბნელის პირობებში. ნიტრიფიცირების შემჩერებლის დამატება.
ქანგბადის ქიმიური მოთხოვნილება (COD)	125 მგ/ლ O ₂	75	ჰომოგენური, გაუფილტრავი, გაუწურავი ნიმუში. გამოიყენება კალიუმის ბიქრომატის მეთოდი
შეწონილი ნივთიერებები	35 მგ/ლ (მ.ე. 10 000-ზე მეტი) 60 (მ.ე. 2 000-დან 10 000-მდე)	90 (მ.ე. 10 000-ზე მეტი) 70 (მ.ე. 2 000-დან 10 000-მდე)	წარმომადგენლობითი ნიმუშის გაფილტვრა 0.45მკმ ფილტრის მეშვეობით. 1050C-ზე გაშრობა და აწონვა. - წარმომადგენლობითი ნიმუშის ცენტრიფუგირება (სულ ცოტა ხუთი წუთით საშუალო დაჩქარებით 2 800 დან 3 200 გ-მდე), 105°C-ზე გაშრობა და აწონვა.

ის საქმიანობის სუბიექტები, რომლებიც ექვემდებარებიან ეკოლოგიურ ექსპერტიზას, ვალდებული არიან დაიცვან ზედაპირული წყლის ობიექტებში დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზღრ) ნორმები. აღნიშნული ნორმების გაანგარიშება ხდება სპეციალური საანგარიშო მეთოდის გამოყენებით, რომელიც წარმოდგენილია აღნიშნულ ტექნიკურ რეგლამენტში.

ზღრ ნორმა გვიჩვენებს ჩამდინარე წყლებში იმ ნივთიერებათა მაქსიმალურ მასას, რომლის ჩაშვებაც დროის ერთეულში დასაშვებია წყლის ობიექტის მოცემულ კვეთში. ზღრ ნორმა დგინდება სხვადასხვა ნივთიერებებისათვის, გაითვალისწინება ამ ნივთიერების ფონური კონცენტრაცია და ნივთიერების ზღვრული წყლის ობიექტში წყალსარგებლობის კატეგორიის მიხედვით.

წყლის ობიექტში ნივთიერების ფონური კონცენტრაცია არის მაჩვენებელი, რომელიც ასახავს წყლის ობიექტზე კონკრეტული წყალმოსარგებლის ზემოქმედებამდე მასში არსებული წყლის მდგომარეობას.

ზღრ-ის ნორმებს თითოეული წყალმოსარგებლისათვის ითანხმებს საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროს უფლებამოსილი პირი.



**წყლის ობიექტში ჩამდინარე წყლებთან ერთად ჩაშვებული დამაბინძურებელ ნივთიერებათა
ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდჩ) ნორმები**

1. საწარმო (ორგანიზაცია) _____
2. ჩაშვების წერტილის № _____
- ჩამდინარე წყლის კატეგორია _____
3. მიმღები წყლის ობიექტის კატეგორია და დასახელება _____
4. ჩამდინარე წყლის ხარჯი _____ მ³/სთ. (მაქსიმალური), _____ ათას მ³/წელ.
5. შეთანხმებული ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების (ზდჩ) ნორმები (სხვა ნივთიერებების ჩაშვება
აკრძალულია):

№	ინგრედიენტი	დასაშვები კონცენტრაცია ჩამდინარე წყალში, მგ/ლ	შეთანხმებული ზდჩ-ის ნორმა	
			გ/სთ.	ტ/წელ.

6. ჩამდინარე წყლის ფიზიკური თვისებების დამტკიცებული მაჩვენებლები:
 - ა) მცურავი მინარევები – ე) pH –
 - ბ) შეფერილობა – ვ) კოლი-ინდექსი/E.coli –
 - გ) სუნის – ზ) წყალში გახსნილი ჟანგბადი, მგ O₂/ლ –
 - დ) ტემპერატურა, °C –

ბ.ა

საწარმოს ხელმძღვანელი _____

საწარმოო ჩამდინარე წყლები, რომელიც ჩაიშვება ერთიან საკანალიზაციო ქსელში უნდა პასუხობდეს შემდეგ კრიტერიუმებს:

- pH ინტერვალში 6,5-8,5;
- ამოტივტივებული და შეწონილი ნივთიერებები არა უმეტესედ 500 მგ/ლ;
- არ უნდა შეიცავდნენ ნივთიერებებს, რომლებიც გამოიწვევენ საერთო საკანალიზაციო მილების გაჭედვას ან მილების კედლებზე დაგროვებას;
- არ უნდა შეიცავდეს ფეთქებად შენაერთებს;
- წყლის ტემპერატურა არ უნდა აღემატებოდეს 40°C;
- ჩამდინარე წყლები, რომლებიც შეიცავენ ტოქსიკურ ნივთიერებებს უნდა იყვნენ წინასწარ გაუწეველყოფილი, ხოლო ბაქტერიული დაბინძურების დროს გაუსწებოვნებული;
- არ შეიძლება მოხდეს ძლიერკონცენტრირებული ჩამდინარე წყლების ერთბაშად ჩადინება.



გაწმენდის მეთოდის შერჩევა ხდება სანიტარული, ტექნიკური, ეკონომიკური პირობებისა და ადგილობრივი თავისებურებების გათვალისწინებით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რას ეწოდება ჩამდინარე წყალი?
2. აღწერეთ ჩამდინარე წყლის სახეები და ჭუჭყიანების მიხედვით
3. რას ეწოდება წყალჩაშვება?
4. რისთვის იყენებენ ჩამდინარე წყლების ზედაპირული წბლის ობიექტებში ჩაშვების ნორმირებას?
5. რა ვალდებულებები გააჩნიათ წბალმოსარგებლებს წყლის დაცვისა და კონტროლის მხრივ?
6. რას წარმოადგენს ზღვრულად დასაშვები ჩაშვების ნორმები? რა მაჩვენებლები გაითვალისწინება?

8.3. ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ტექნოლოგიები

მინერალური, ორგანული და ტოქსიკური ნივთიერებებით, ბაქტერიებითა და მიკრობებით დაბინძურებული ჩამდინარე წყალის გაწმენდა ერთბაშად, მხოლოდ ერთი რომელიმე კონკრეტული მეთოდის გამოყენებით შეუძლებელია. ამიტომ, ჩამდინარე წყლების გაწმენდისათვის გამოიყენება მთელი რიგი მეთოდები, სხვადასხვა მოწყობილობები და ნაგებობები. ჩამდინარე წყლების გაწმენდის მეთოდებია: მექანიკური, ბიოლოგიური, ქიმიური და ფიზიკო-ქიმიური.

აღნიშნული მეთოდები გამოიყენება როგორც სამრეწველო, ასევე ურბანული ჩამდინარე წყლების (დასახლებული პუნქტის საყოფაცხოვრებო და საკანალიზაციო წყლები) გასაწმენდად.

ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად იყენებენ გამწმენდ მოწყობილობებს და ნაგებობებს, სადაც აღნიშნული მეთოდები კომპლექსურად გამოიყენება.

მექანიკური გაწმენდა გამოიყენება წყალში არსებული უხსნადი მინარევების მოსაცილებლად. მექანიკური გაწმენდა ჩამდინარე წყლის გაწმენდის პირველი ეტაპია და მას პირველად გაწმენდას უწოდებენ. მექანიკური გაწმენდა დაფუძნებულია ფიზიკურ პროცესებზე (გაცხრილვა, დალექვა, ფლოტაცია), თუმცა ამ პროცესების დასაჩქარებლად გამოიყენებენ ქიმიურ რეაგენტებსაც. პირველადი გაწმენდის შედეგად ჩამდინარე წყლებში შეწონილი ნაწილაკების შემცველობა 50-60%-ით მცირდება.

ბიოლოგიური გაწმენდის მეთოდების გამოყენება საშუალებას იძლევა წყალი გავწმინდოთ წყალში გახსნილი ორგანული ნივთიერებებისაგან. მეთოდი ეფუძნება ცოცხალი ბიოლოგიური ორგანიზმების - მიკროორგანიზმების გამოყენებას, რომლებიც ორგანულ ნივთიერებებს საკვებად იყენებენ. ამ დროს წარმოიქმნება ნახშირორჟანგი და წყალი. ბიოლოგიური გაწმენდის შემდეგ შეწონილი ნაწილაკების მოსაცილებლად წყალი ისევ საჭიროებს სალექარებში დაყოვნებას და დაწდომას. ბიოლოგიური გაწმენდის მეთოდს იყენებენ წყლის გაწმენდის შემდგომ სტადიაზე - მეორეულ გაწმენდაში.



8.3.1. ჩამდინარე წყლების პირველადი მექანიკური გაწმენდა და გამოყენებული მოწყობილობები

მექანიკური გაწმენდა, როგორც წესი წარმოადგენს ჩამდინარე წყლების გაწმენდის წინასწარ ეტაპს სხვა უფრო სრულყოფილი გაწმენდის წინ. მექანიკური გაწმენდის უპირატესობაა მისი სიმარტივე, მისი გამოყენების შესაძლებლობა ნორმალური ტემპერატურის დროს და ქიმიური რეაგენტების დამატების გარეშე.

მექანიკური გაწმენდის სამი ძირითადი პროცესი: გაცხრილვა, დაწდომა, ფილტრირება.

ცხრილი 8.9

პროცესი	წაყენებული მოთხოვნა	მოწყობილობა (აღჭურვილობა)
გაცხრილვა	მსხვილი მინარევების მოშორება შეწონილი ნაწილაკების მოშორება	გისოსი (უძრავი და მოძრავი, სამსხვრეველასთან ერთად) საცრები (დოლური, დისკური)
დალექვა	მსხვილი მინარევების დალექვა ამოტივტივებული მინარევების გამოყოფა	ქვიშადამჭერები სალექარები (პერიოდული და უწყვეტი მოქმედების) ნავთობდამჭერები ცხიმსაჭერები
ფილტრირება	წვრილი ნაწილაკების მოცილება	ფილტრები მარცვლოვანი ფენით მიკროფილტრები მაგნიტური ფილტრი

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების მექანიკური გაწმენდის შედეგად, მათი გაცხრილვის, დაწდომისა და ფილტრირების გზით, მიიღწევა მექანიკური უხსნადი მინარევების (ქვიშა, თიხის ნაწილაკები და სხვ.) 90%-იანი მოცილება, ხოლო საყოფაცხოვრებო წყლებისათვის ეს მაჩვენებელი 60%-ია. ამ მიზნისათვის გამოიყენება ცხაურები, ქვიშადამჭერები, ქვიშის ფილტრები, სხვადასხვა ტიპის დამწდომები. ჩამდინარე წყლების ზედაპირზე მოტივტივე ნივთიერებები (ნავთობი, ფისები, ცხიმები, ზეთები, პოლიმერები და სხვ.) დაიჭირებიან ნავთობ- და ცხიმდამჭერების და სხვა სახის დამჭერების მიერ ან ახდენენ მათ დაწვას სათანადო ტექნოლოგიის გამოყენებით.

მექანიკური გაწმენდისათვის იყენებენ შემდეგ პროცესებს:

გაცხრილვა გამოიყენება ჩამდინარე წყლიდან მსხვილი მოცურავე და წვრილი ძირითადად ბოჭკოვანი ნივთიერებების გამოსაყოფად. ჩამდინარე წყლების გაცხრილვა წარმოებს გისოსებზე ან ცხაურებზე. გისოსი გამოიყენება ჩამდინარე წყლებიდან მსხვილი მინარევების (ქაღალდების, ტილოების, მსხვილი ნაგვის, ქვები და სხვა) გამოსაყოფად სალექრების წინ. გისოსი/ცხაური ეწყობა აგრეთვე საამქროების ჩამშვებებზე, თუ მათი ჩამდინარე წყლები შეიცავენ ბევრ მსხვილ მინარევებს ან ბოჭკოვან ნივთიერებებს. ყველა გამწმენდ სადგურში აუცილებელია გისოსების მოწყობა ჩამდინარე წყლების წინასწარი გაწმენდისათვის. საცრებს იყენებენ ჩამდინარე წყლებიდან უფრო წვრილი ნაწილაკების გამოსაყოფად.

გისოსების სისტემას, რაზედაც რჩება წყალში არსებული მინარევები, ჩამდინარე წყლების გაწმენდაში ფარის სისტემას უწოდებენ.

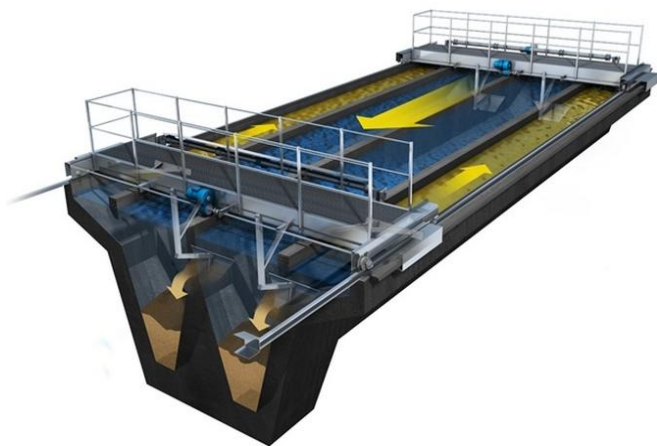


სურათი 8.1. ფარის სისტემა ჩამდინარე წყლების გაწმენდაში
მუშაობის პრინციპი იხილეთ <https://www.youtube.com/watch?v=xpvBjG0JumA>

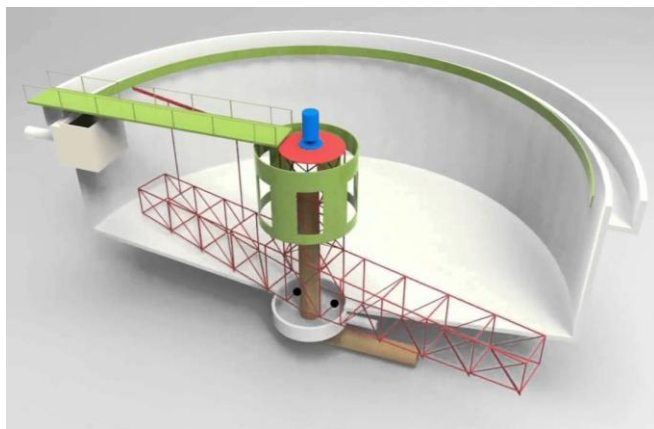
მას შემდეგ, რაც ჩამდინარე წყალი გაივლის ფარის სისტემას (ცხურებსა და გისოსებს), შემდგომი პროცესი, რომელიც მიზანშეწონილია გამოვიყენოთ, არის დალექვა.

დალექვა გამოიყენება ჩამდინარე წყლების უხსნადი ნივთიერებების გამოსაყოფად. დალექვის საშუალებით ხდება როგორც დამლექი, ისე ამოტივტივებული ნაწილაკების გამოყოფა. მძიმე ნივთიერების დალექვა ხდება სალექარებში (პირველად სალექარებს ქვიშადამჭერებს უწოდებენ) ხოლო ატივტივებული ნივთიერებების გამოყოფა სპეციალური დანიშნულების სალექარებში, ნავთობდამჭერებში, ცხიმდამჭერებში და სხვა.

სალექარები შეიძლება იყოს ჰორიზონტალური, ვერტიკალური და რადიალური, სხვადასხვა ტიპის და კონსტრუქციის მიხედვით. უფრო მეტად გამოიყენება ჰორიზონტალური სალექარები. სალექარებში წყალი მოძრაობს ჰორიზონტალურად სწორხაზოვანი სიჩქარით 7 მმ/წმ ანუ 4 მ/სთ.



სურათი 8.2. ჰორიზონტალური სალექარი - ქვიშაღამჭერი
მუშაობის პრინციპი იხილეთ <https://www.youtube.com/watch?v=OWh8NGTR4OQ>



სურათი 8.2. რადიალური სალექარი
მუშაობის პრინციპი იხილეთ <https://www.youtube.com/watch?v=vxdBUucI1HE>

8.3.2. გაწმენდის ქიმიური მეთოდები და გამოყენებული რეაქტივები

ქიმიური მეთოდით გაწმენდის არსი მდგომარეობს წყლიდან დამაბინძურებლების მოცილებაში ქიმიური რეაქტივების მიმდინარეობით, რისთვისაც გამოიყენება სპეციალური ქიმიური რეაგენტები. ქიმიური გაწმენდა უპირატესად გამოიყენება საწარმოო ჩამდინარე წყლების გაწმენდაში, როცა ტექნოლოგიური პროცესისა და გამოყენებული მასალების მიხედვით ცნობილია წყლის ძირითადი დამაბინძურებელი ნივთიერებები.

ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ძირითად **ქიმიურ მეთოდებს** განეკუთვნება ნეიტრალიზაცია და დაჟანგვა. მჟავებისა და ტუტეების ნეიტრალიზაციისათვის ჩამდინარე წყლებში შეჰყავთ სპეციალური რეაგენტები (კირი, კალცინირებული სოდა, ამიაკი), ხოლო დაჟანგვით მეთოდის გამოყენებისას - სხვადასხვა დამჟანგვლები, რომლებიც ჩამდინარე წყლებს ათავისუფლებენ ტოქსიკური და სხვა კომპონენტებისაგან.

დალექვის რეაქტივები. ჩამდინარე წყლები, როგორც წესი, შეიცავენ გახსნილ ფასეულ და არასასურველ ნივთიერებებს. ასეთ ნივთიერებათა გამოყოფისათვის გამოიყენებენ დალექვის რეაქტივებს, რომელთა შედეგად გახსნილი ნაერთები გარდაიქმნებიან უხსნად ნივთიერებად, ამრიგად, გამოიყოფა ნალექი, რომლის

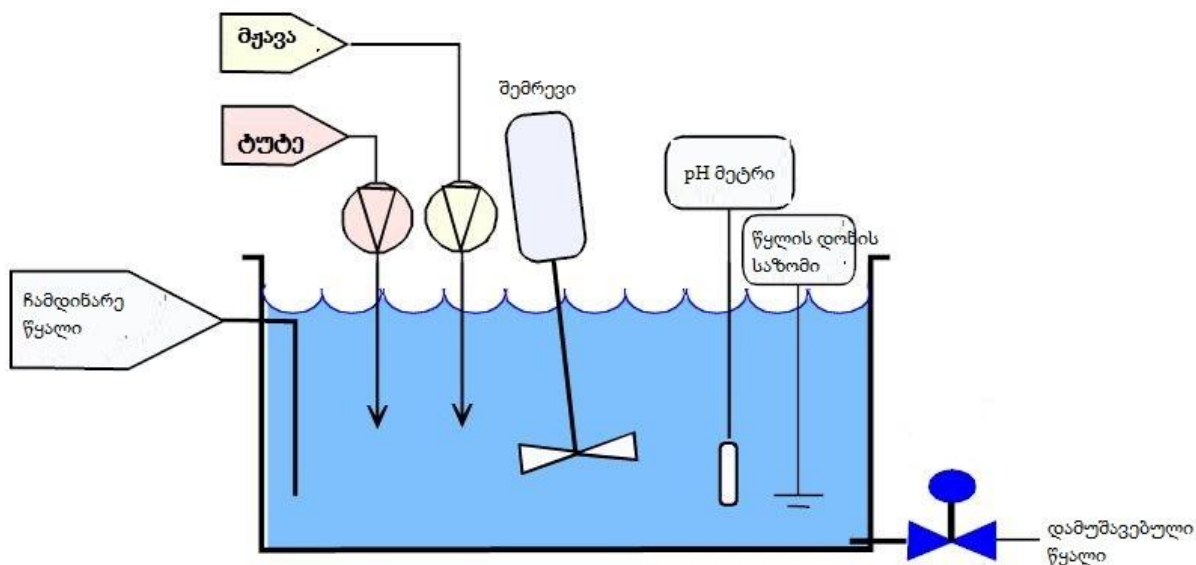


მოცილება იოლია.

ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები. ნებისმიერი ჟანგვა-აღდგენითი რეაქცია წარმოადგენს ერთი რეაგირებადი კომპონენტის დაჟანგვას და მეორის აღდგენას. ნივთიერება, რომელიც თავად იჟანგება წარმოადგენს აღდგენელს, ხოლო რომელიც აღდგება - დამჟანგველს.

ნივთიერების ტოქსიკურობა დიდადაა დამოკიდებული მის დაჟანგვის ხარისხზე, ამიტომ ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციების გამოყენებას ტოქსიკური ნაერთების გაუვნებელყოფისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს. ერთ-ერთ მნიშვნელოვან დამჟანგავ აგენტს წარმოადგენს ქლორი, რომელსაც ფართოდ გამოიყენებენ წყლის დეზინფექციისათვის.

ნეიტრალიზაცია. გარემოს გამაჭუჭყიანებელი ნარჩენების დამუშავებისას გამოყენებული პროცესები ხშირად დაფუძნებულია ნეიტრალიზაციის რეაქციებზე. ნეიტრალიზაცია - ეს ქიმიური რეაქციაა, რომელიც ახდენს ხსნარის მჟაური თვისებების განადგურებას ტუტეების მოქმედებით, ხოლო ხსნარის ტუტე თვისების - მჟავების საშუალებით. ხსნარის მჟავიანობაზე და ტუტეობაზე მსჯელობას ახდენენ ხსნარის pH-ის საშუალებით.



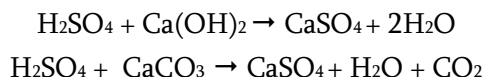
სურათი 8.3. გამარტივებული მოდელი აგრესიული წყლების ნეიტრალიზაციისათვის

მრეწველობის მრავალი დარგის ჩამდინარე წყლები შეიცავენ მძიმე ლითონებს, მჟავებსა და ფუძეებს. წყალსატევებში ჩაშვებისას ყველაზე მეტად საშიშია მჟავა ჩამდინარე წყალი, ასევე გასათვალისწინებელია მჟავების მოქმედება მძიმე ლითონებზე (მათი წყალში ხსნად მდგომარეობაში გადაყვანა) და მილგაყვანილობებზეც (კოროზია). უფრო ხშირად ჩამდინარე წყლები შეიცავენ მინერალურ მჟავებს: გოგირდმჟავას (H_2SO_4), აზოტმჟავას (HNO_3), მარილმჟავას (HCl) და მათ ნარევებს, ასევე ფოსფორმჟავას (H_3PO_4), ფტორმჟავას (HF), სილიციუმფტორწყალბადმჟავას (H_2SiF_6), ქრომმჟავას (H_2CrO_4), გოგირდწყალბადმჟავას (H_2S) და ორგანულ მჟავებს: ძმარმჟავა (CH_3COOH), მჟაუნმჟავა ($COOH-COOH$) და სხვ.

ჩამდინარე წყლების ქიმიური გაწმენდისას ნეიტრალიზაციის მეთოდის გამოყენებით ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ხერხია რეაგენტებით განეიტრალება, რომლის დროსაც გამოიყენება შემდეგი ქიმიური ნივთიერებები: ჩაუმქრალი კირი (CaO), ჩამქრალი კირი ($Ca(OH)_2$), კალცინირებული სოდა (Na_2CO_3), კალსტიკური სოდა ანუ ნატრიუმის ტუტე ($NaOH$), ამიაკიანი წყალი ანუ ამონიუმის ტუტე (NH_4OH) და ა.შ. მათგან ყველაზე ფართოდ გამოიყენება ჩამქრალი კირი (სიიაფისა და ხელმისაწვდომობის გამო) კირი ფიფქის ან კირიანის რძის სახით და კალციუმისა და მაგნიუმის კარბონატების სუსპენზიის სახით.



მაგალითად, აღნიშნული რეაგენტების მიხედვით ნეიტრალიზაციის რეაქცია შემდეგნაირად მიმდინარეობს:



8.3.3. გაწმენდის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები და გამოყენებული რეაქტივები

ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ფიზიკურ-ქიმიურ მეთოდებს განეკუთვნება: კოაგულაცია, ფლოტაცია, სორბცია.

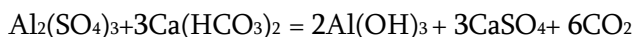
კოაგულაცია არის ფიზიკურ-ქიმიური გაწმენდის ხერხი და მისი არსი მდგომარეობს ჩამდინარე წყლების დამუშავებაში რეაგენტებით, რომელიც ხელს უწყობს არახსნადი ნაწილაკების დამსხვილებას და წარმოქმნილი ფიფქების სწრაფ დალექვას. წყალში კოაგულანტების (ამონიუმის მარილების, რკინის, სპილენძის, წიდის ნარჩენების და სხვ.) შეყვანა იწვევს ადვილად მოცილებადი ბურბუშელების, ლაბების წარმოქმნას.

კოაგულაციის დროს ჩამდინარე წყალში შეწონილ ნივთიერებათა კონცენტრაციის შემცირებასთან ერთად მცირდება წყლის სუნიც და შეფერილობაც.

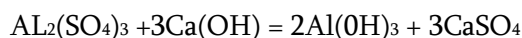
კოაგულანტებად იყენებენ მარილებს, რომლებიც მიიღება სუსტი ფუძეებისა და ძლიერი მჟავების ურთიერთქმედების შედეგად. ასეთებია, ალუმინის სულფატი, ნატრიუმის ალუმინატი, რკინის სულფატი, რკინის ქლორიდი, კირი და სხვა.

კოაგულაციის პროცესი შემდეგი ქიმიური რეაქციების საფუძველზე მიმდინარეობს:

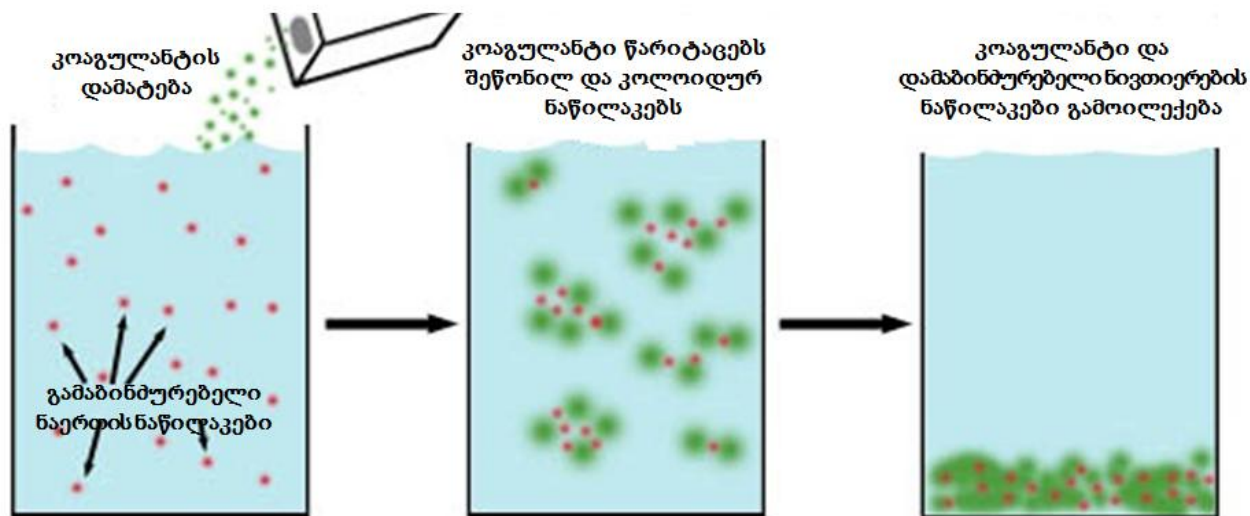
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ გამოყენების შემთხვევაში რეაქციას აქვს შემდეგი სახე:



იმ შემთხვევაში, როდესაც წყლის ტუტიანობა არასაკმარისია უმატებენ კირს.



წარმოქმნილი ჰიდრატის ფიფქები წარიტაცებს შეწონილ და კოლოიდურ ნაწილაკებს და ხელსაყრელ ჰიდროდინამიკურ პირობებში სწრაფად ილექება სალექრებში.



სურათი 8.4. კოაგულანტის მოქმედების სქემატური გამოსახვა



სურათი 8.5. კოაგულანტის მოქმედება - ჩამდინარე წყლის გაწმენდა

ნებისმიერი შედგენილობის ჩამდინარე წყლისათვის კოაგულანტის ოპტიმალურ დოზას ადგენენ ექსპერიმენტული გზით ლაბორატორიულ პირობებში. გარდა კოაგულანტის ოპტიმალური დოზის დადგენისა, ლაბორატორიული ცდებით ადგენენ აგრეთვე ფიფქების წარმოქმნის სიჩქარეს, ნალექის გამოყოფისა და გამკვრივების კინეტიკას. ეს მონაცემები აუცილებელია კოაგულაციისა და დალექვის ნაგებობათა რაციონალური დაპროექტებისათვის.

სორბცია არის მყარი სხეულის ან სითხის მიერ ნივთიერების შთანთქმის პროცესი. მშთანთქმელ ნივთიერებას ეწოდება - სორბენტი, ხოლო შთანთქმულ ნივთიერებას - სორბატი.

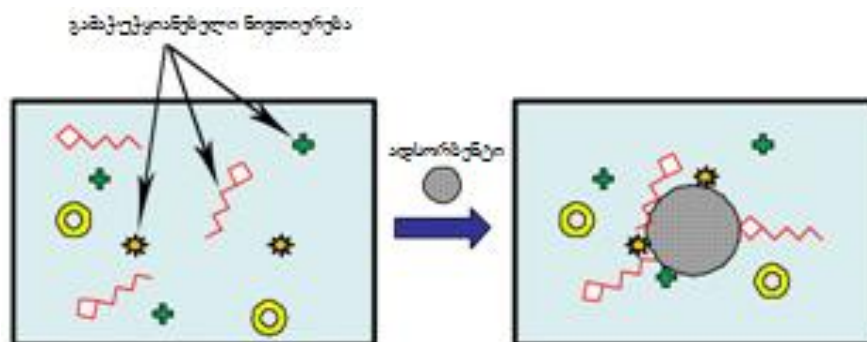
სორბციული ხერხი გაწმენდის უნივერსალური ხერხია და საშუალებას იძლევა მრავალკომპონენტური ჩამდინარე წყლიდან გამოყოფილი იქნა პრაქტიკულად ყველა სახის დამაბინძურებლები.

სორბციული გაწმენდა შეიძლება გამოვიყენოთ დამოუკიდებლად, ბიოლოგიურ გაწმენდასთან ერთად და აგრეთვე ჩამდინარე წყლების საბოლოო გაწმენდისათვის.

სორბციული ხერხები ძალიან ეფექტურია იმ შემთხვევაში, როდესაც ჩამდინარე სითხიდან გამოიყოფა გახსნილი სასარგებლო ნივთიერებები, რომლებიც ექვემდებარებიან უტილიზაციას, ხოლო გაწმენდილი წყლები შესაძლოა ხელმეორედ გამოვიყენოთ წარმოებაში.

სორბენტებად იყენებენ სხვადასხვა ხელოვნურ და ბუნებრივ ფოროვან მასალებს: აქტივირებულ ნახშირს, ნაცარს, კოქსის წვრილმანს, სილიკოგელს, ალუმოგელს, აქტიურ თიხებსა და მიწებს.

აქტივირებული ნახშირის ფორიანობა 60-75% შეადგენს, ტუფების 30-55%, დიატომიტების - 75%.



სურათი 8.6. ადსორბენტის მოქმედება - გამაჟუჟყიანებული ნივთიერების შთანთქმა



ფლოტაცია. რთული ფიზიკურ-ქიმიური პროცესია და მას იყენებენ ჩამდინარე წყლიდან ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებების, ნავთობის პროდუქტების, ცხიმების, აზბესტისა და სხვა ნივთიერებათა გამოსაყოფად.

გასაწმენდ წყალში ქვემოდან შეჰყავთ ჰაერი. ჰაერის ბუშტულები ზემოთ ამოსვლისას ჩაიჭერენ სზან-ს, ნავთობს, ცხიმებს, ამოტივტივდებიან წყლის ზედაპირზე და წარმოქმნიან ადვილად მოცილებად ქაფის-მაგვარ ფენას.



სურათი 8.7. ფლოტაციის პროცესი ჩამდინარე წყლების გაწმენდაში



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. აღწერეთ ჩამდინარე წყლების მექანიკური გაწმენდის მეთოდი
2. ჩამოთვალეთ ჩამდინარე წყლების მექანიკურ გაწმენდაში გამოყენებული პროცესები
3. რას წარმოადგენს ფარის სისტემა?
4. აღწერეთ ფარის სისტემის მუშაობა.
5. რას წარმოადგენს სალექარები?
6. შესაბამისი ვიდეორგოლის გამოყენებით აღწერეთ ჰორიზონტალური სალექარის მუშაობის პრინციპი
7. შესაბამისი ვიდეორგოლის გამოყენებით აღწერეთ რადიალური სალექარის მუშაობის პრინციპი
8. რა ტიპის რეაქციებს ვიყენებთ ჩამდინარე წყლების ქიმიური მეთოდებით გაწმენდის დროს?
9. რას წარმოადგენს ნეიტრალიზაცია?
10. რას ეწოდება კუაგულაცია? აღწერეთ პროცესი.
11. რას ეწოდება სორბცია?
12. აღწერეთ ფლოტაციის პროცესი.

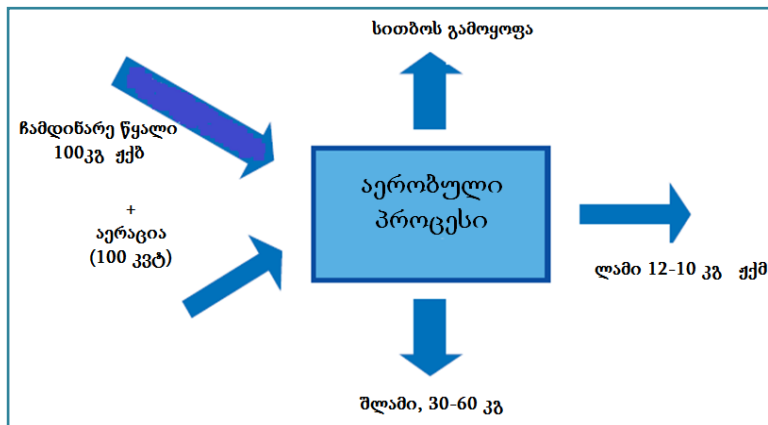


8.4. ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ბიოლოგიური მეთოდი

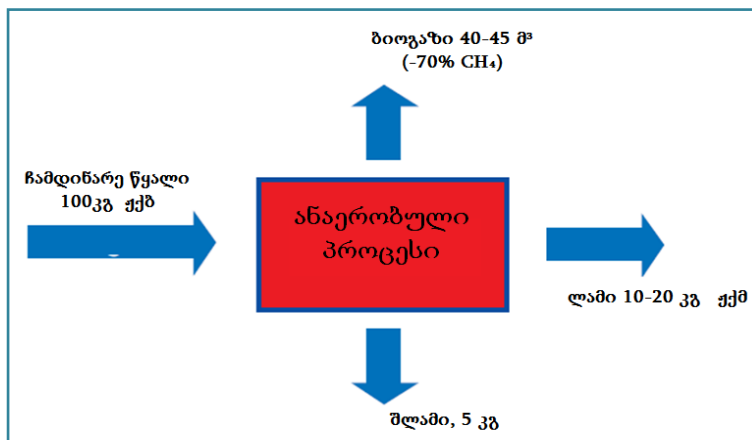
ჩამდინარე წყლების გაწმენდის ბიოლოგიური მეთოდი დაფუძნებულია ხელოვნურად შეყვანილი მიკროორგანიზმების თვისებაზე თავიანთი განვითარებისათვის გამოიყენონ ჩამდინარე წყალში არსებული ორგანული და ზოგიერთი არაორგანული ნაერთები (გოგირდწყალბადი, ამიაკი, ნიტრიტები და სხვა). ბიოლოგიური მეთოდი წარმოადგენს ჩამდინარე წყლების მეორეული გაწმენდის სტადიას.

ბიოლოგიური გაწმენდა ხელოვნურად ხორციელდება სპეციალურ ნაგებობებსა და ავზებში, ესენია: აეროტენკები, მეტატენკები, ბიოფილტრები, ცირკულებადი არხები. ნაგებობებს ირჩევენ ჩამდინარე წყლების რაოდენობის, შედგენილობისა და გაწმენდის საჭირო ხარისხის მიხედვით.

მიკროორგანიზმები ორგანულ ნაერთებს გარდაქმნიან როგორც უჟანგბადო, ისე ჟანგბადის პირობებში. უჟანგბადო პირობებში მიმდინარე პროცესს ანაერობული ეწოდება, ხოლო ჟანგბადის თანაობით მიმდინარე პროცესს - აერობული.



სურათი 8.8. აერობული გამწმენდი ნაგებობა და ნივთიერებათა ნაკადი აერობული გაწმენდის დროს



სურათი 8.9. ანაერობული რეაქტორი და ნივთიერებათა ნაკადი ჩამდინარე წყლის ანაერობული გაწმენდის დროს

ჩამდინარე წყლების გაწმენდა ანაერობული პროცესის გამოყენებით მიმდინარეობს სპეციალურ ავზებში. ამ შემთხვევაში იყენებენ მაღალი აქტივობის სპეციფიკურ ანაერობულ ბაქტერიებს. ამ ბაქტერიების მოქმედების შედეგად წყალში გახსნილი ორგანული ნივთიერებები იშლება და შედეგადაც მიიღება პროცესის საბოლოო პროდუქტები მეთანი (CH_4), ნახშირორჟანგი და ანაერობული შლამი.



ანაერობული პროცესის დროს გამოყოფილი მეთანი და სხვა თანმხლები აირები ე.წ. ბიოგაზი შეიძლება დავწვით და გამოვიყენოთ ენერგიის მისაღებად.

ხშირ შემთხვევაში ჩამდინარე წყლებში ხელოვნურად შეჰყავთ აქტიური ბაქტერიებისა და მიკროორგანიზმების შემცველი ნარევი. ერთ-ერთ ასეთ ნარევს წარმოადგენს აქტიური ლამი, რომელიც შეიცავს მიკროორგანიზმებსა და ბაქტერიებს და მყარი სუბსტრატის ნარევს.

აქტიურ ლამს იყენებენ როგორც ანაერობული, ისე აერობული გაწმენდის დროს.

როგორც სურათი 8. და 8. სქემებიდან ჩანს, ბიოქიმიური გაწმენდის დროს გამოიყოფა შლამი, რომელსაც აგროვებენ (დასადუღებლად) რკინაბეტონის რეზერვუარში (მეტატენკებში) და შემდეგ გასაშრობად გააქვთ ლამის მოედნებზე. გაწმენდის პროცესში გამოყენებულ ლამში შესაძლებელია იყოს სხვადასხვა მავნე ნივთიერებები, განსაკუთრებული ყურადღება მახვილდება მძიმე ლითონების შემცველობაზე, ამიტომ სასუქად გამოყენების წინ აუცილებელია გამშრალი ლამის კონტროლი მძიმე ლითონებისა და სხვა მავნე ნივთიერებების შემცველობაზე.

აერობული პროცესი მიმდინარეობს გამწმენდ ნაგებობებზე, საწარმოო პირობებში მცირე მოცულობის ჩამდინარე წყლის გაწმენდა ხდება ღია ავზებშიც, მათ აეროტენკებს უწოდებენ.

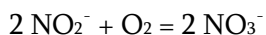
აერობული პროცესი დაფუძნებულია სხვადასხვა სახეობის მიკროორგანიზმების მონაწილეობით მიმდინარე ბიოლოგიურ პროცესებზე. აეროტენკებში - სპეციალურ დახურულ რეზერვუარებში, რომელშიც უშვებენ ჟანგბადით გამდიდრებულ ნაკადსა და აქტიურ ლამს. გააქტიურებული ბაქტერიების მონაწილეობით მიმდინარეობს შემდეგი ძირითადი ბიოლოგიური პროცესები:

- ჟანგბადის ბიოლოგიური მოთხოვნილების (ჟბმ) შემცირება;
- ჟანგბადის ქიმიური მოთხოვნილების (ქქმ) შემცირება;
- აზოტის შემცველი ორგანული ნივთიერებების დაშლა (აზოტის მოცილება);

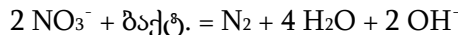
1. ამიაკის გარდაქმნა ნიტრიტად



2. ნიტრიტის გარდაქმნა ნიტრატად



3. ნიტრატის გარდაქმნა აიროვან აზოტად



სურათი 8.10. ჩამდინარე წყლის გაწმენდის ნაგებობები, სადაც მიმდინარეობს აერობული პროცესი

საწარმოო ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდა აერობულ პირობებში მიზანშეწონილია იმ შემთხვევაში, როდესაც საწარმოო ჩამდინარე წყლები შეიცავს ისეთ ორგანულ და მინერალურ მინარევებს. ამ შემთხვევაში ჩამდინარე წყალში გახსნილი ჟანგბადის რაოდენობა, ჩამდინარე წყლების აქტიური რეაქცია pH, ტემპერატურა, მავნე ნივთიერებათა კონცენტრაცია უნდა იყოს ისეთ დასაშვებ ფარგლებში, რათა არ



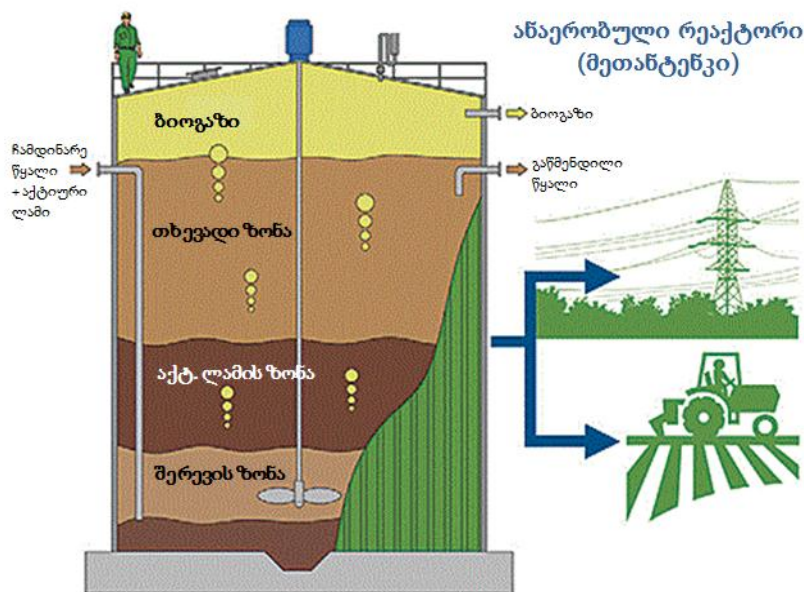
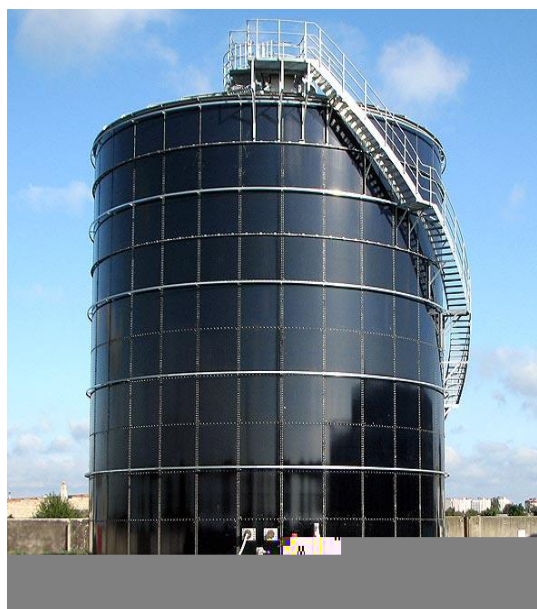
გამოიწვიონ მიკროორგანიზმების განადგურება და ბიოლოგიური გაწმენდის პროცესის დარღვევა. ამასთანავე ჩამდინარე წყალში საკმარისი რაოდენობით უნდა იყოს ბიოგენური ელემენტები (აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი, რკინა, მაგნიუმი და სხვა).

სამეურნეო-ფეკალური ჩამდინარე წყლებში, როგორც წესი, წარმოდგენილია ბაქტერიების ფართო სპექტრი, რომლებიც უზრუნველყოფენ ჩამდინარე წყლებში არსებული ორგანული ნივთიერებების დეგრადაციას/დაშლას.

გამწმენდი ნაგებობის კონსტრუქცია და მასში მიმდინარე ტექნოლოგიური პროცესები ხელს უწყობს ბაქტერიების გამრავლებისა ცხოველმყოფელობისთვის ოპტიმალური პირობების შექმნას.

ანაერობული რეაქტორი (მეთანრეაქტორი) წარმოადგენს დახურულ სისტემას, სადაც ჩამდინარე წყლების ორგანული ნივთიერებებისაგან გაწმენდა მიმდინარეობს უჟანგბადო-ანაერობულ გარემოში. ორგანული ნივთიერებების დაშლა ხორციელდება მაღალ აქტიური სპეციფიკური ანაერობული ბაქტერიების ცხოველმყოფელობის შედეგად.

მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ ანაერობული ბაქტერიები არიან ძალიან მგრძნობიარე გარემო პირობების მიმართ (ტემპერატურა, pH, მიწოდებული ნაკადის მოცულობა, წყლის ერთგვაროვნება და სხვა) და მათი ეფექტურობის გაზრდის მიზნით საჭიროა ოპტიმალური პირობების შექმნა. შესაბამისად. საჭიროა ჩამდინარე წყლების წინასწარი და პირველადი დამუშავება, ხოლო ტემპერატურის კორექცია წარმოებს რეაქტორის შესასვლელში დამონტაჟებული თბომცვლელის მეშვეობით.



სურათი 8.11. ჩამდინარე წყლის გაწმენდის ნაგებობები, სადაც მიმდინარეობს ანაერობული პროცესი



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. აღწერეთ ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გაწმენდის მეთოდი
2. აწერეთ აერობული პროცესი. აღწერეთ ნივთიერებათა ნაკადი ანაერობული პროცესის დროს.
3. აწერეთ ანაერობული პროცესი. აღწერეთ ნივთიერებათა ნაკადი აერობული პროცესის დროს.
4. რას წარმოადგენს აქტიური ლამი?
5. როგორ მუშაობს ანაერობული რეაქტორი? რა ნივთიერებები წარმოიქმნება?

8.5. გამწმენდი ნაგებობების სისტემები და ტექნოლოგიური სქემები

ჩამდინარე წყლების გასაწმენდად გამოიყენება გამწმენდი ნაგებობების სამი ძირითადი ტიპი:

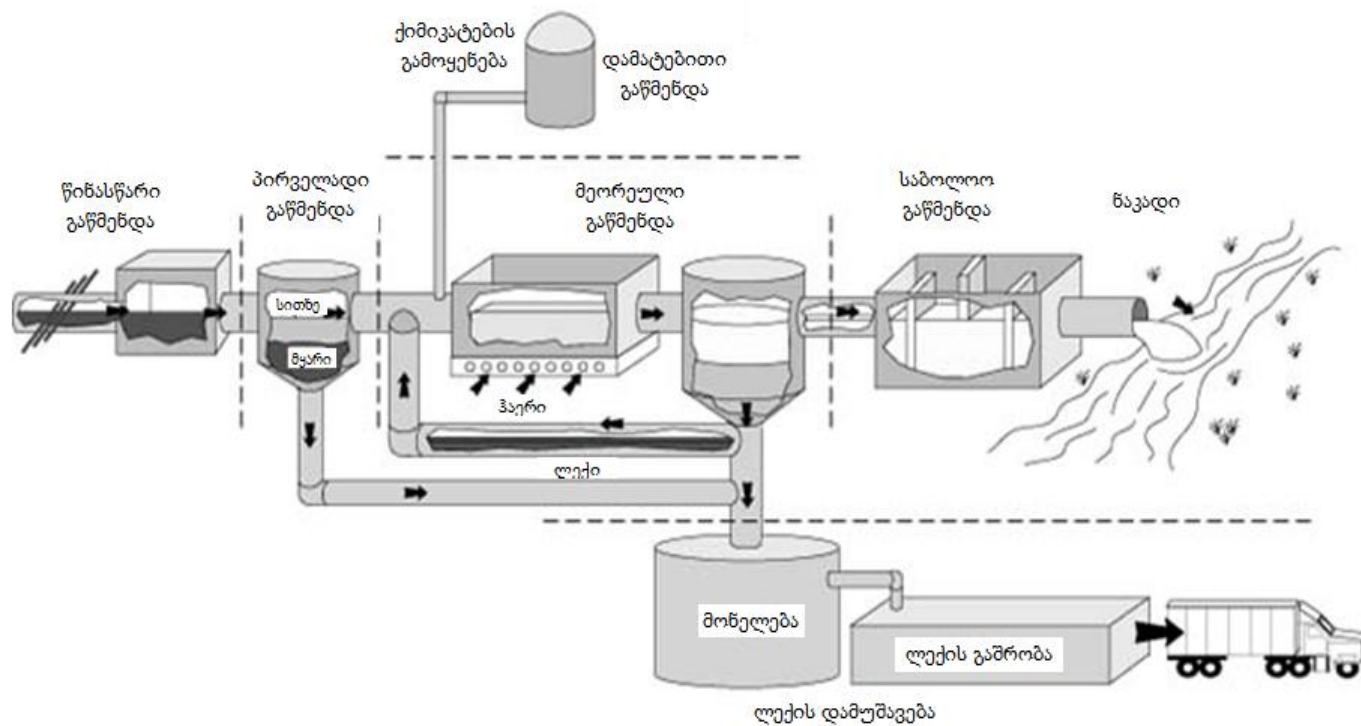
1. ლოკალური (სამეპროების);
2. საერთო (ქარხნული);
3. რაიონული ან საქალაქო.

ლოკალური (სამეპროების) გამწმენდი ნაგებობების დანიშნულება არის ჩამდინარე წყლების გაწმენდა უშუალოდ ტექნოლოგიური დანადგარების შემდეგ. ჩამდინარე წყლების ლოკალური გამწმენდი ნაგებობები წარმოადგენენ ტექნოლოგიური პროცესის გაგრძელებას. ეს არის ტექნოლოგიური პროცესის ბოლო ეტაპი. ლოკალურ გამწმენდ ნაგებობებში იწმინდება ჩამდინარე წყალი, რომლის გაწმენდის გარეშე გამოიყენება არ შეიძლება მეორად ან ბრუნავ წყალმომარაგების სისტემებში ან არ შეიძლება ჩაიშვას საერთო ქარხნულ ან რაიონულ (საქალაქო) ნაგებობებში. ლოკალური გამწმენდი ნაგებობები ზოგჯერ გვადლევენ საშუალებას გამოვიყენოთ გაწმენდილი ჩამდინარე წყალი იგივე ტექნოლოგიურ პროცესში.

საერთო (ქარხნული) გამწმენდი ნაგებობები შეიძლება შეიცავდეს ჩამდინარე წყლების პირველადი (მექანიკური, ფიზიკურ-ქიმიური) და მეორეული (ბიოლოგიური) გაწმენდის ნაგებობებს. ბიოლოგიური გაწმენდის შემდეგ შეიძლება ჩატარდეს ჩამდინარე წყლის დამატებითი გაწმენდა, რომელიც საშუალებას გვადლევს მივიღოთ ისეთი ხარისხის წყალი, რომლის გამოყენება შეიძლება მეორად ან ბრუნავ წყალმომარაგების სისტემებში და ტექნოლოგიურ პროცესებში.



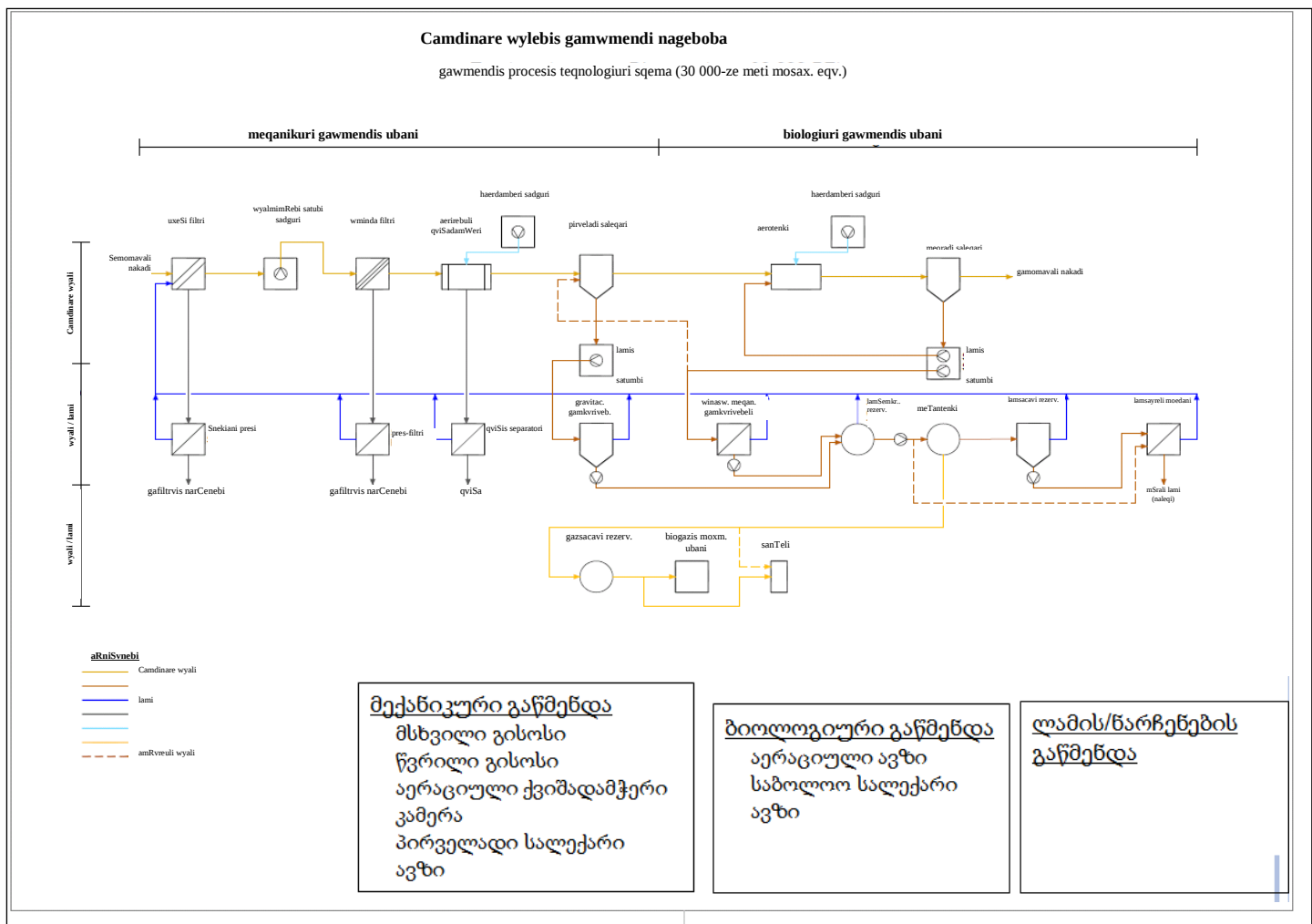
ჩამდინარე წყლების გაწმენდის სქემები განვიხილოთ ურბანული ჩამდინარე წყლის გაწმენდის მაგალითზე.



სურათი 8.12. ურბანული ჩამდინარე წყლის გაწმენდის სქემა



სურათი 8.13. ჩამდინარე წყლის გაწმენდი ნაგებობის მაგალითი



სურათი 8.14. ჩამდინარე წყლების გაწმენდი ნაგებობის ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც დაგეგმილია ქ. ქუთაისში

სურათზე 8.14 ნაჩვენებია ჩამდინარე წყლების გაწმენდი ნაგებობის ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც მოიცავს პირველადი და მეორეული გაწმენდის საფეხურებს. ჩამდინარე წყლების გაწმენდა მოიცავს შემდეგ პროცესებსა და ელემენტებს:

- გისოსიანი ფილტრები;
- აერაციული ქვიშადამჭერი კამერები;
- პირველადი სალექარი რეზერვუარები;
- აერაციის ავზები;
- დამყვანი სალექარი რეზერვუარები;
- ჩამდინარე წყლების ნალექების შემსქელებელი (ლამგამკვრივებელი);
- ნალექების ბიოლოგიური დაშლის უბანი;
- ნალექების გაუწყლოვნება;
- ბიოგაზის შეგროვება;
- ბიოგაზის გამოყენება.

ჩამდინარე წყლების გაწმენდი ნაგებობაში მიმდინარეობს ბიოლოგიური პროცესი. ბიოლოგიური გაწმენდის ეტაპზე სრულდება აერობული და ანაერობული პროცესები აქტიური ლამის გამოყენებით.



განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრი



ამიტომ, გამწმენდ ნაგებობაში რამდენიმე ადგილზე ხორციელდება გაზომვები იმისათვის, რომ გაკონტროლდეს ბიოლოგიური პროცესი და მოცემული მნიშვნელობები ავტომატური კონტროლისთვის.

ცხრილი 8.10

გაზომვა	განმარტება
ჟანგბადი	ჟანგბადის შემცველობის თანმიმდევრული შემოწმება აერაციის ავზში და საჭიროების შემთხვევაში ჟანგბადის მინოდების რეგულირება.
მჟავიანობა (pH)	მჟავიანობის კონტროლი შემოდინებულ წყალში, მჟავიანობის კონტროლი განმენდის შემდგომ საფეხურებზე.
ტემპერატურა	შემოდინებული წყლის ხარისხის და გარემოსდაცვითი გარემოებების შემოწმება გააქტიურებულ შალმის ავზში.
ლამის კონცენტრაცია	გააქტიურებული ლამის სისტემის (აზოტის მოცილების ბიოლოგიური პროცესი) კონტროლი, ჭარბი ამოღებული
	ლამის რაოდენობის დადგენა. გასქელებული ლამის კონტროლი.
აზოტი (ამონიუმი და ნიტრატი)	ბიოლოგიური პროცესის კონტროლი.
ფოსფორი	ბიოლოგიური პროცესის კონტროლი.
ჟქმ/ჟბმ	ბიოლოგიური პროცესის კონტროლი.
ლამის დონე	ფილტრებისა და გასქელებული ლამის კონტროლი.

გამწმენდი ნაგებობის ზოგიერთ უბანზე მაღალია მოწყობილობის დაბინძურების (მაგალითად მსხვილი შეწონილი ნაწილაკებით ჩახერგვა) და მუშაობის შეფერხების რისკი. გამწმენდი ნაგებობის მუშაობის შეფერხების რისკების მინიმიზაციის მიზნით საჭიროა ასეთი მოწყობილობების პერიოდული მექანიკური გაწმენდა.

გაწმენდას ექვემდებარება:

- ფარის (გისოსის/ცხაურის) სისტემა;
- გააქტიურებული ლამის ავზი;
- ლამის გამამკვრივებელი;
- ლამის საწყობი;
- სხვადასხვა ტუმბოები;
- აირსაწმენდი სისტემა.

ექსპლუატაციის პერიოდში პერიოდულად საჭიროა შემდეგი ნარჩენების გატანა და განთავსება:

- a. გისოსიანი ფილტრიდან და ქვიშადამჭერი კამერიდან შეგროვებული შემჭიდროებული ნარჩენები;
- b. ქვიშადამჭერი კამერიდან ამოღებული ქვიშა და ხრეში;
- გ. მეთანტენკიდან ამოღებული შემჭიდროებული და გაუწყლოვებული (გამშრალი) ლამი.

ნალექის (ლამის) გამოყენებისას არ უნდა იქნას დაშვებული ზედაპირული და გრუნტის წყლების ხარისხის დაქვეითება. ლამი არ უნდა იქნას გატანილი სასოფლო-სამეურნეო მიწებზე, რადგან იგი მძიმე მეტალებს (თუთია, ქრომი, ტყვია, კადმიუმი, სპილენძი, ვერცხლისწყალი და ნიკელი) შეიცავს. მძიმე მეტალები ხიფათს უქმნიან ადამიანის ჯანმრთელობას. ასევე, დაუმუშავებელ და არასტაბილიზებული ლამში პათოგენური ორგანიზმებიც არსებობს.



სურათი 8.14. შლამის წარმოქმნა და მოცილება ჩამდინარე წყლის გაწმენდის ნაგებობაზე

სამრეწველო ჩამდინარე წყლების გაწმენდის სისტემა განვიხილოთ სს „ლომისი“-ს ლუდსახარში ნატახტარის მაგალითზე.

სს „ლომისი“-ს ლუდსახარში ნატახტარი ჩამდინარე წყლების გაწმენდის მიზნით იყენებს ბიოლოგიურ გამწმენდ ნაგებობას. გამწმენდი ნაგებობის მშენებლობის პროექტი განხორციელდა გერმანული კომპანია კომპანია CHRIWA UMWELT SYSTEMTECHNIK & SERVICE-ს (CUSS) მიერ 2012 წელს.

ლუდსახარში ნატახტარის საქმიანობის სპეციფიკის გათვალისწინებით, ტექნოლოგიურ პროცესებში ტოქსიკური ნივთიერებების (მათ შორის მძიმე მეტალების) და ნავთობპროდუქტების გამოყენება არ ხდება, შესაბამისად ჩამდინარე წყლების ასეთი ნივთიერებებით დაბინძურების რისკი მინიმალურია. ჩამდინარე წყლებში მცირე რაოდენობით ზეთების და ცხიმების ნარჩენები შეიძლება მოხვდეს საწარმოს სათავსების მონარეცხ წყლებთან და სამზარეულოს წყლებთან ერთად.

საწარმოს ფუნქციონირების პროცესში წარმოქმნილი საწარმოო და სამეურნეო-ფეკალური ჩამდინარე წყლების ერთდროული გაწმენდა ბიოლოგიური გამწმენდი ნაგებობის საშუალებით.

ამონარიდი სს „ლომისი“-ს ლუდსახარში ნატახტარი ჩამდინარე წყლების
გაწმენდი ნაგებობის გზშ ანგარიშიდან

4.2 გამწმენდი ნაგებობის მუშაობის ძირითადი პრინციპები

ლუდსახარში ნატახტარის გამწმენდი ნაგებობა ბიოლოგიურ გამწმენდ ნაგებობას, სადაც ჩამდინარე წყლების გაწმენდა ხდება როგორც ანაერობულ ასევე აერობულ გარემოში, რაც უზრუნველყოფს ჩამდინარე წყლებში არსებული ორგანული ნივთიერებების სრულ დაშლას და პათოგენური მიკროორგანიზმების განადგურებას.

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ლუდის წარმოების ტექნოლოგიური სქემა ტოქსიკური ნივთიერებების (მათ შორის ტოქსიკური მეტალების) გამოყენებას არ ითვალისწინებს და შემოთავაზებული ბიოლოგიური გამწმენდი ნაგებობა გამწმენდი ნაგებობა უზრუნველყოფს როგორც საწარმოო, ასევე სამეურნეო ფეკალური ჩამდინარე წყლების გაწმენდას.

საწარმოდან გამწმენდ ნაგებობაზე ჩამდინარე წყლის მიწოდება ხდება 300 მმ დიამეტრის მილსადენით. გაწმენდის პირველი საფეხურია მსხვილი შენონილი ნაწილაკებისაგან (საწარმოს ტერიტორიაზე), ნავთობპროდუქტებისა და ცხიმებისაგან გაწმენდა, შემდეგ წვრილი შენონილი ნაწილაკებისაგან გაწმენდა, შემდეგ ჰომოგენიზაცია და შემდეგ ანაერობულ და აერობულ გარემოში გაწმენდა.



ჩამდინარე წყლების განმენდის ტექნოლოგია ეფუძნება წყლის ბიოლოგიურ დამუშავებას. პროცესის ძირითადი ეტაპი არის წყლის დამუშავება სპეციფიკური ანაერობული ბაქტერიების გამოყენებით, რომლის დროსაც ხდება წყალში არსებული ორგანული ნივთიერებების საშუალოდ 80%-ის დაშლა და გარდაქმნა მეთანად და ნახშირორჟანგად, ამ დროს წარმოიქმნება ასევე აქტიური ბიომასა (შლამი). მიღებული მეთანი გროვდება სპეციალურ რეზერვუარში და გარკვეული პერიოდულობით მიენოდება ჩირალდანს წვამე. ეს ეტაპი მოითხოვს წყლის წინასწარ რამოდენიმე საფეხურიან დამუშავებას, რათა ანაერობულ ბაქტერიებს მიენოდოს მაქსიმალურად ჰომოგენიზებული სითხე შესაბამისი PH-ით და ტემპერატურით. კერძოდ, საწარმოში შემოსული წყალი თავდაპირველად გაივლის საცერს 1 მმ-ზე მეტი ზომის მქონე მექანიკური ნაწილაკების მოსაშორებლად და გადადის ფირფიტოვან სალექარში შეტივანებული ნაწილაკების დასაღეჭად. აქედან, წყალი მიენოდება სპეციალურ ნეიტრალიზაციის ავზს (ე.წ. “ეკვალიზერი”), რომელიც აღჭურვილია PH -მეტრით და ორი შემრევით. ამ ავზში ხდება წყლის დაყოვნება ჰომოგენიზაციისთვის აქტიური შერევის პირობებში და ნეიტრალიზაცია. ამის შემდეგ წყალი გადადის შუალედურ ავზში, სადაც ხდება წყლის დამატებითი ჰომოგენიზაცია და PH -ის დამატებითი კორექცია. ამ ავზიდან წყალი მიენოდება ანაერობულ რეაქტორს თბომცვლელის გავლით ტემპერატურის კორექციისთვის.

ანაერობული დამუშავების შემდეგ წყალი გადადის ბიოავზში აერობული დამუშავებისთვის, სადაც აერობული ბაქტერიების ზემოქმედებით ხდება წყლის უანგბადით გამდიდრება და ორგანული ნივთიერებების შემდგომი დაშლა. დამუშავების ბოლო ეტაპზე წყალი გაივლის სპეციალურ ფირფიტოვან სალექარებში საბოლოო განმენდისთვის.

ჩამდინარე წყლების განმენდის მთელი პროცესი, გარდა ბიოავზისა და ბოლო ფირფიტოვანი სალექარებისა, მიმდინარეობს დახურულ ავზებში. მთლიანი პროცესის განმავლობაში დახურულ ავზებში წარმოქმნილი აირები მიენოდება ნახშირის ფილტრს გასანმენდად, ხოლო წარმოქმნილი მყარი მასა ფირფიტოვანი სალექარებიდან გროვდება აერობული შლამის ავზში და მიენოდება პრეს-ფილტრს, სადაც ხდება მისი დაწნევა და მშრალი მასის მიღება. ფილტრატი ბრუნდება სისტემაში, ხოლო მშრალი მასა კონტრაქტორი ფირმის დახმარებით გადის საწარმოდან შემდგომი მართვისათვის.



გამწმენდი ნაგებობა შედგება შემდეგი ძირითადი ტექნოლოგიური კვანძებისაგან:

1. ჩამდინარე წყლების შემკრები და სალექარი;
2. საცერი მბრუნავი ბარაბანით;
3. ფირფიტოვანი სალექარი №1;
4. ჰომოგენიზაციის, ნეიტრალიზაციის ავზი – ე.წ. “ეკვალიზერი”;
5. შუალედური ავზი;
6. ანაერობული რეაქტორი – ე.წ. “მეთან-რეაქტორი”;
7. ანაერობულად დამუშავებული ჩამდინარე წყლების შემაგროვებელი ავზი;
8. ანაერობული შლამის შემნახველი ავზი;
9. აერობული ავზი – ე.წ. “ბიოავზი”;
10. ფირფიტოვანი სალექარები №2 და №3;
11. აერობული შლამის ავზი;
12. გაწმენდილი წყლის სატუმბი სადგური;
13. პრეს-ფილტრი;
14. მეთანის ჩირაღდანი;
15. ნახშირის ფილტრი.



4.3.5 აერობული ავზი -ბიოავზი

ბიოავზი წარმოადგენს ღია სისტემას, სადაც ხდება ანაერობული რეაქტორიდან მიღებული წყლის აერობული დამუშავება. ავზი აღჭურვილია ორი აერატორით და ორი შემრევით. გაწმენდის პროცესი მიმდინარეობს სამ ეტაპად, მათ შორის:

1. ორგანული ნივთიერებების ჰიდროლიზი და მათი გარდაქმნა ბიოლოგიური დაშლის უნარის მქონე ხსნად ორგანულ ნივთიერებებად ამიაკისა და სულფატების წარმოქმნით;
2. ჰეტერობაქტერიების გემოქმედების შედეგად ჟანგბადის არეში ორგანული ნივთიერებების გარდაქმნა ნახშირორჟანგად, წყლად და აქტიურ ბიომასად (შლამად);
3. ჟანგბადის არეში აქტიური ბიომასის გარდაქმნა ინერტულ ბიომასად ამიაკისა და სულფატების წარმოქმნით

ბიოავზში მოწყობილია ჰაერის განაწილების სისტემა, რომელიც აღჭურვილია აერაციული მოწყობილობებით. ამას გარდა დამონტაჟებულია 2 წყალქვეშა შემრევი, რომელიც უზრუნველყოფს რეზერვუარში არსებული ნივთიერებებისა შემადგენლობის ოპტიმალურ შერევას და აერაციას.

ბოავზი აღჭურვილია გასაწმენდ წყალში ჟანგბადის შემცველობის კონტროლის ავტომატური სისტემით, რომელიც ავტომატურ რეჟიმში არეგულირებს მიწოდებული ჰაერის რაოდენობას. სპეციალური სისტემის საშუალებით ხდება ასევე რეზერვუარში წყლის დონის კონტროლი და ავტომატური რეგულირება.



8.6. ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობების/მოწყობილობების ეფექტურობა

გამწმენდი ნაგებობისა თუ მოწყობილობის ეფექტურობა წარმოადგენს პროცენტებში გამოსახულ სიდიდეს, რომელიც გვიჩვენებს წყლის გაწმენდის ხარისხს და წარმოადგენს ნაგებობის შესვლისა და ნაგებობის შემდეგ აღებული წყლის პარამეტრების ფარდობას. მაგალითად, გამწმენდი ნაგებობის ეფექტურობა შეწონილი მყარი ნივთიერებების მიხედვით გაიანგარიშება შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$\eta = \frac{G_{\text{შეს.}} - G_{\text{გაგ.}}}{G_{\text{შეს.}}} \cdot 100\%$$

$G_{\text{შეს.}}$ - შეწონილი ნივთიერებების შემცველობა გამწმენდი ნაგებობის შესასვლელთან, მგ/ლ.

$G_{\text{გაგ.}}$ - შეწონილი ნივთიერებების შემცველობა გამწმენდი ნაგებობის გამოსასვლელთან, მგ/ლ.

გამწმენდი ნაგებობის ეფექტურობა უნდა აკმაყოფილებდეს ჩამდინარე წყლების ჩაშვების საქართველოში მოქმედ სტანდარტებს. აღნიშნული სტანდარტები კი ეფუძნება ევროკავშირის სტანდარტებს. ჩაშვების საკონტროლო პარამეტრები მოცემულია ცხრილში 8.11.

შესაბამისად, გამწმენდი ნაგებობის ეფექტურობის ანგარიში წარმოებს აღნიშნული საკონტროლო პარამეტრების მიხედვით. ეს პარამეტრებია: ჟბმ₅, ჟქმ, შეწონილი მყარი ნივთიერებები, საერთო - N და საერთო - P.

ცხრილი 8.11

გამწმენდი ნაგებობის მუშაობის ეფექტურობის პარამეტრები და მათი მნიშვნელობები

	პარამეტრი	ევროკავშირის ნორმები წყლის ჩაშვებისთვის	ჩაშვების ნორმები საქართველოს კანონმდებლობით
ჩაშვების ნორმა	ჟბმ ₅	25 მგ/ლ O ₂ (ნიტრიფიკაციის გარეშე)	25 მგ/ლ O ₂ (ნიტრიფიკაციის გარეშე)
	ჟქმ	90 მგ/ლ	125 მგ/ლ
	შეწონილი მყარი ნივთიერებები	35 მგ/ლ	30 მგ/ლ
დამატებითი ნორმები სენსიტიურ წყლის ობიექტებში ჩაშვების შემთხვევაში	საერთო - N	15 მგ/ლ N (10000-100000 PE)	15 მგ/ლ N (10000-100000 PE)
		10 მგ/ლ N (> 100000 PE)	10 მგ/ლ N (> 100000 PE)
	საერთო - P	2 მგ/ლ P (10000-100000 PE)	2 მგ/ლ P (10000-100000 PE)
		1 მგ/ლ P (> 100000 PE)	1 მგ/ლ P (> 100000 PE)

PE - მოსახლეობის ექვივალენტი



ჩამდინარე წყლების გაწმენდის მოწყობილობებსა და ნაგებობები აღჭურვილია შემოსული წყლის ხარჯის საზომით, ასევე წყლის სინჯის აღების მოწყობილობით. აღნიშნული წერტილიდან აღებული სინჯის მაჩვენებლები გამოიყენება ნაგებობის ეფექტურობის კონტროლისათვის.

გამწმენდი ნაგებობების ექსპლუატაციის, ჩამდინარე წყლის მახასიათებლების მუდმივი კონტროლი უნდა ხორციელდებოდეს წყალმომხმარებლის მიერ, რომლის ჩამდინარე წყლები ჩაედინება წყლის ობიექტებში.

კონტროლი ხორციელდება შემდეგი გზით:

1. ჩამდინარე წყლის ანალიზი გამწმენდი ნაგებობების მთელ კომპლექსამდე და კომპლექსის შემდეგ;
2. ჩამდინარე წყლის ანალიზი ნაგებობების ცალკეულ მონაკვეთამდე და ნაკვეთის შემდეგ (ნეიტრალიზატორები, სალექავები, დამჭერები, ფილტრები, ბიოლოგიური გაწმენდის დანადგარები და ა.შ.);
3. ჩამდინარე წყლის რაოდენობის გაზომვა ქსელის ყველაზე მნიშვნელოვან წერტილებში და წყლის ობიექტში ჩადინების ადგილას;
4. წყალსატევის ან წყალსადინარის წყლის ანალიზი ჩადინების ადგილიდან 1 კმ-ზე ზემოთ ან ქვემოთ.

სრული ანალიზის დროს, როგორც წესი, განისაზღვრება შემდეგი მაჩვენებლები: ტემპერატურა, სუნის ინტენსივობა და გაზავების რა დონეზე იკარგება ეს სუნი, ფერი, pH, გამჭვირვალობა, დალეილი ნივთიერებები მოცულობის და წონის მიხედვით; ამონიუმის აზოტი, ნიტრიტები, ნიტრატები, პერმენგანული დაჟანგვა, ბიქრომატული დაჟანგვა, ჯანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილება (ჟბმ, ჟბმ_{სრული}), განზავებული ჟანგბადი, სინთეზური ზედაპირულად აქტიური ნივთიერებები (სზან), ქიმიური ნივთიერებები, ბაქტერიები, რომლებიც არიან დამახასიათებელი აღნიშნული საწარმოო პროცესისათვის, ბაქტერიების საერთო რაოდენობა.

არასრული ანალიზის დროს განისაზღვრება შემდეგი მაჩვენებლები: გამჭვირვალებლობა, შეწონილი ნივთიერებები, pH, განზავებული ჟანგბადი, ჟბმ, ბიქრომატული დაჟანგვა, ქიმიური ნივთიერებები, დამახასიათებელი აღნიშნული საწარმოსათვის.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. აღწერეთ ურბანული ჩამდინარე წყლების გაწმენდის სქემა. რას მოიცავს პირველადი გაწმენდა?
2. აღწერეთ გამწმენდი ნაგებობაზე წარმოქმნილი ნალექის მართვის საკითხი
3. რა პარამეტრები გამოიყენება ჩამდინარე წყლის გაწმენდის ეფექტურობის განსასაზღვრავად?
4. როგორ იანგარიშება ჩამდინარე წყლის გაწმენდის ეფექტურობა?



8.7. ჩამდინარე წყლების მახასიათებლების განსაზღვრის სამუშაოები

8.7.1. შეწონილი ნაწილაკების განსაზღვრა ჩამდინარე წყლებში

ჩამდინარე წყლებში შეწონილი ნაწილაკები შეიძლება იყოს როგორც მინერალური, ისე ორგანული წარმოშობის და წარმოდგენილი იყოს ქვიშის, შლამის, თიხის და სხვა სუსპენზიური ნაწილაკების სახით. ცალკეული ნივთიერებების ზომებისა და მისი სიმკვრივიდან გამომდინარე შეწონილი ნაწილაკები შეიძლება დაილექონ ნალექის სახით, ან ამოვიდნენ წყლის ზედაპირზე, ან დარჩნენ შეწონილ მდგომარეობაში.

შეწონილი ნაწილაკების განსაზღვრის ძირითად მეთოდს წარმოადგენს გრავიმეტრული მეთოდი, რომელიც დაფუძნებულია საკვლევი დაბინძურებული წყლის გაფილტვრაზე და ფილტრის ქაღალდზე მიღებული ნაშთის განსაზღვრაზე.

შეწონილი ნაწილაკების განსაზღვრის დიაპაზონი შეადგენს 3 მგ/ლ-სა და მეტს. განსაზღვრას ხელს უშლის წყლის ზედაპირზე არსებული ზეთები და ცხიმები, ამიტომ სინჯის ალების დროს საჭიროა მათი წინასწარ მოცილება.

სინჯის ალება და შენახვა: სინჯის ალება ხდება მინის ან პოლიეთილენის ჭურჭლით. კონსერვაცია არ შეიძლება. განსაზღვრა კი უნდა ჩატარდეს რაც შეიძლება სწრაფად და უმჯობესია სინჯის ალების ადგილზე. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 24 სთ.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა $(22 \pm 6)^{\circ}\text{C}$, ატმოსფერული წნევა 84-106 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ანალიზური სასწორი, საშრობი კარადა, ექსიკატორი, ქიმიური ჭიქები, პინცეტი, მზომი ცილინდრი, კონუსური კოლბები, ძაბრები, ფილტრის ქაღალდი „ლურჯი ლენტა“, მშთანთქმელები: სილიკაგელი, გოგირდმჟავა ან კალციუმის ქლორიდი.

ფილტრის ქაღალდის მომზადება: მოვათავსოთ ქაღალდის უნაცრო ფილტრი „ლურჯი ლენტა“ მინის ძაბრზე, ჩავრეცხოთ 100-150 მლ დისტილირებული წყლით, პინცეტით ამოვიღოთ ძაბრიდან და მოვათავსოთ წინასწარ დანომრილ თავლია ბიუქსში და გამოვაშროთ 1 სთ საშრობ კარადაში 105°C ტემპერატურაზე, შემდეგ კი თავლია ფილტრიანი ბიუქსი გავაცივოთ ექსიკატორში. ამოვიღოთ ექსიკატორიდან და თავდახურული ავწონოთ 0,1 მგ სიზუსტით. შრობის პროცესი გავიმეოროთ მანამ, სანამ სხვაობა ორ მომდევნო აწონვას შორის არ იქნება მინიმალური - 0,5 მგ-მდე.

ექსიკატორის მომზადება: ექსიკატორის ფსკერზე უნდა იყოს მოთავსებული მშთანთქმელები: გოგირდმჟავა (H_2SO_4), სილიკაგელი (ტექნიკური), ან კალციუმის ქლორიდი (CaCl_2) აწონილი ფილტრის ქაღალდისა და ბიუქსის მუდმივი წონის შესანარჩუნებლად.

ანალიზის მსვლელობა: ავიღოთ 250 მლ-იანი კოლბა, ჩავდოთ ძაბრი, რომელშიც მოვათავსოთ წინასწარ გამომშრალი აწონილი ოთხად გაკეცილი დანომრილი ფილტრის ქაღალდი (ა) და რამოდენიმეჯერ ჩავავლოთ გამოხდილი წყალი. წყლიანი ჭურჭელი კარგად შევანჯღრიოთ და 100 მლ მოცულობის საანალიზო (ფილტრზე შეწონილი ნაწილაკები უნდა იყოს 3 ± 200 მგ ზღვრებში) წყალი ჩავასხათ პატარა კოლბაში (ჭიქაში), საიდანაც ნელ-ნელა გავფილტროთ, შემდეგ ჭიქას რამოდენიმეჯერ გამოვავლოთ 10-10 მლ-ობით განაწილეთ (ან დისტილირებული) წყალი შეწონილი ნაწილაკების სრულად მიღებისათვის და ისიც ჩავასხათ ფილტრიან კოლბაში. თუ მივიღებთ მღვრიე ფილტრატს, მაშინ გაფილტვრა თავიდან გავიმეოროთ იგივე ფილტრში. როცა ფილტრის ქაღალდი ჰაერზე გამოშრება, ფრთხილად ჩავდოთ იგივე თავლია ბიუქსში და გამოვაშროთ საშრობ კარადაში 2 სთ 105°C -ზე, ხოლო შემდეგ ექსიკატორში გასაცივებლად. გამოშრობისა და



გაციების შემდეგ ავწონოთ თავდახურული ბიუქსი მუდმივი წონის მიღებამდე (a^1). 50 მგ-მდე შეწონილი ნაწილაკების არსებობისას ბოლო ორი მასის სხვაობა უნდა იყოს 0,5გ-ზე ნაკლები, 50 მგ-ზე მეტის დროს კი 1 გ.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: შეწონილი ნაწილაკების მასა X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{(a^1 - a) \cdot 1000 \cdot 1000}{V}$$

სადაც:

V – არის გაფილტრული საკვლევი წყლის მოცულობა, მლ;

a^1 – სინჯიანი ბიუქსის წონა, გ;

a – სუფთა ბიუქსის წონა, გ.

როდესაც გვაქვს ორი საკვლევი ხსნარი და გვჭირდება ეფექტურობის დადგენა, ვიქცევით შემდეგნაირად: ანალოგიურად მოვახდინოთ ორივე ნიმუშის ($N^{\circ}1$ და $N^{\circ}2$), ანალიზი და გამოვითვალოთ შეწონილი ნაწილაკების მასები X და Y (მგ/ლ) ფორმულებით:

$$X = \frac{(a^1 - a) \cdot 1000 \cdot 1000}{V_1} \quad Y = \frac{(b^1 - b) \cdot 1000 \cdot 1000}{V_2}$$

გაწმენდის ეფექტურობა (%) გამოითვლება ფორმულით:

$$\begin{array}{l} X \text{ ----- } 100\% \\ X-Y \text{ ----- } \varepsilon \end{array} \quad \varepsilon = \frac{(X-Y) \cdot 100}{X}$$

სადაც:

X და Y – $N^{\circ}1$ და $N^{\circ}2$ სინჯების შეწონილი ნაწილაკების მასებია, მგ/ლ;

V_1 და V_2 – $N^{\circ}1$ და $N^{\circ}2$ საკვლევი წყლის მოცულობები, (100 მლ);

a^1 და b^1 – $N^{\circ}1$ და $N^{\circ}2$ სინჯიანი ფილტრის წონები, მგ;

a და b – $N^{\circ}1$ და $N^{\circ}2$ სუფთა ფილტრის წონები, მგ.

ზუსტი შედეგების მისაღებად რეკომენდებულია ჩატარდეს პარალელური ცდები (მინიმუმ ორი). საჭიროების შემთხვევაში ანალიზის შედეგი დგინდება ორი მაჩვენებლის საშუალო არითმეტიკულის მიხედვით:

$$X_{\text{საშ}} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

სადაც, X_1 – არის პირველი ანალიზის შედეგი, მგ/ლ;

X_2 – მეორე ანალიზის შედეგი, მგ/ლ.

მიღებული ორი მონაცემი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობას:

$$|X_1 - X_2| \leq 0,01 \cdot r \cdot X_{\text{საშ}}$$

სადაც, r – არის განმეორებადობის ზღვარი, %.

ცხრილი 8.2

გაზომვის დიაპაზონი, მგ/ლ	განმეორებადობის ზღვარი, (r) %
3,0÷10,0	42
10,0÷50,0	28
50,0 და მეტი	14



შეწონილი ნაწილაკების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში, განსაზღვრეთ რამდენჯერ აღმატება მიღებული მონაცემები ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ზდკ) და გამოთვალეთ ეფექტურობა:

ცხრილი 8.3

ცდის №	შეწონილი ნაწილაკები, მგ/ლ	ε, %	ზდკ - არა უმეტეს, მგ/ლ
1.			
2.			
3.			

ჩამოაყალიბეთ შესაბამისი დასკვნები.

ჩატარებული სამუშაო აღწერეთ ლაბორატორიული ოქმის სახით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. შეწონილი ნაწილაკების განსაზღვრისას რა საშუალებებით შეიძლება საანალიზო სინჯის აღება, შეიძლება თუ არა კონსერვაცია და რამდენია შენახვის მაქსიმალური ვადა?
2. როგორია სუფთა ფილტრის ქაღალდის გამოშრობის საჭირო დრო და ტემპერატურა?
3. ჩამოაყალიბეთ სინჯიანი ფილტრის ქაღალდის მუდმივ წონამდე დაყვანის პროცესი;
4. რა არის ფილტრატი და როგორ მიიღება იგი?
5. რა შემთხვევაში და როგორ განისაზღვრება გაწმენდის ეფექტურობა?
6. ავხსნათ კონცენტრაციის გამოსათვლელ ფორმულაში რას ნიშნავს 1000·1000?



8.7.3. ჩამდინარე წყლის ჟმ-ის განსაზღვრა

სინჯის აღება და შენახვა:

ა) სინჯის აღება ხდება მინის ჭურჭლით: თუ სინჯი არ დამუშავდა ადების დღეს, უნდა მოვახდინოთ კონსერვაცია 2 მლ კონც. გოგირდმჟავას (1:2) დამატებით ყოველ 100 მლ სინჯზე ($\text{pH} < 2$), გაცივება 5-10°C ტემპერატურამდე. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 5 დღე-ღამე.

ბ) სინჯის აღება ხდება პოლიმერული მასალის ჭურჭლით: თუ სინჯი არ დამუშავდა ადების დღეს, ის უნდა გავაცივოთ მინუს 20°C ტემპერატურამდე, შენახვა სიბინელეში. შენახვის მაქსიმალურად რეკომენდებული ვადაა 1 თვე.

გაზომვის შესრულების დასაშვები პირობები: ჰაერის ტემპერატურა (22 ± 6)°C, ატმოსფერული წნევა 84-106 კპა (630-800 მმ.ვწყ.სვ.), ჰაერის ტენიანობა არა უმეტეს 80%-ისა 25°C ტემპერატურის დროს.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ლაბორატორიული სასწორი, შტატივი, ბიურეტი, ელ. ჭურა, მზომი კოლბები და პიპეტები, კონუსური კოლბება, მინის ძაბრები, მრგვალი-რიანი 250 მლ-იანი კოლბა უკუმაცივრით, ქიმიური ჭიქები, ფილტრის ქაღალდი „ლურჯი ლენტა“.

1. კალიუმის ბიქრომატის ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), 0,25 N. ძირითადი ხსნარი: 6,129 გ $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ წინასწარ გამომშრალი 105°C-ზე 2 სთ-ის განმავლობაში, გავხსნათ ცოტა დისტილირებულ წყალში 20°C-ზე და მივიყვანოთ წყლით 500 მლ-მდე. ინახება მუქი ფერის ჭურჭელში 6 თვე;
- 1.1. კალიუმის ბიქრომატი ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), 0,025 N ხსნარი: 50 მლ ძირითადი ხსნარი გავხსნათ და მივიყვანოთ დისტილირებული წყლით 20°C-ზე 500 მლ-მდე. ინახება მუქი ფერის ჭურჭელში 6 თვე;
2. ვერცხლის სულფატი: 5 გ Ag_2SO_4 გავხსნათ 1 ლ კონც. გოგირდმჟავაში. ხსნარი ინახება 6 თვე მუქი ფერის მინის ჭურჭელში;
3. ინდიკატორ N-ფენილანტრანოლის მჟავას ხსნარი: 0,25 გ გავხსნათ 12 მლ მწვავე ნატრის ხსნარში და განვაზავოთ გამოხდილი წყლით 250 მლ-მდე; ან: ფეროინის ხსნარი: 2,43 გ ინდიკატორი გავხსნათ 100 მლ დისტილირებულ წყალში. ინდიკატორის ხსნარები ინახება 3 თვე მუქი ფერის მინის ჭურჭელში;
4. კონც. გოგირდმჟავა, სიმკვრივით 1,84 გ/სმ³;
5. ვერცხლისწყლის (II) სულფატი;
6. ნატრიუმის ტუტის 0,4 %-იანი ხსნარი: 0,4 გ NaOH გავხსნათ 100 მლ დისტილირებულ წყალში. ინახება პოლიეთილენის ჭურჭელში 2 თვის განმავლობაში;
7. მორის მარილი (რკინისა (II) და ამონიუმის სულფატის ნარევი) 0,25 N ხსნარი: 49 გ $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ გავხსნათ გამოხდილ წყალში, დავუმატოთ 10 მლ კონც. გოგირდმჟავა და გაცივების შემდეგ მივიყვანოთ 500 მლ-მდე დისტილირებული წყლით. ხსნარი ვარგისია 6 თვე;
- 7.1. მორის მარილი (რკინის (II) და ამონიუმის სულფატი) 0,025 N ხსნარი: 50 მლ მორის მარილის 0,25 N ხსნარი გავხსნათ გამოხდილ წყალში და განვაზავოთ 500 მლ-მდე დისტილირებული წყლით. ხსნარი ვარგისია 3 თვე;

შენიშვნა: ანალიზისათვის გამოყენებული ყველა რეაქტივი უნდა იყოს ქიმიურად სუფთა (ქ.ს.) ან სუფთა ანალიზისათვის (ს.ა.), ან მომზადებული შესაბამისი ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის მიხედვით.

ანალიზის მსგელობა: განსაზღვრის წინ ძლიერ დაბინძურებულ წყლებს ანზავებენ ისე, რომ დახარჯული ბიქრომატის რაოდენობა არ აჭარბებდეს აღებული სინჯის 50 %-ს. სინჯს განზავების წინ ურევენ.

ა) როცა ქლორიდები 300 მგ/ლ-ზე ნაკლებია:



20 მლ გაფილტრული სინჯი, ან ნაკლები მოცულობა მიყვანილი გამოხდილი წყლით 20 მლ-მდე, მოვათავსოთ კოლბაში, დავუმატოთ 10 მლ 0,025 N კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი და 30 მლ ვერცხლის სულფატის გოგირდმჟავიანი ხსნარი, თანაბარი დუღილისათვის კი მინის ბურთულები ან პემზას ნატეხები. ნარევი ავურიოთ და უკუმაცივრის მიერთების შემდეგ ნარევი თანაბრად ვადუღოთ სილის აბაზანაზე 2 სთ.

გაციების შემდეგ მოვაშოროთ მაცივარი, კოლბაში დავუმატოთ 100 მლ გამოხდილი წყალი (უკუ მაცივარიც ჩავრეცხოთ) და ნარევი კვლავ გავაცივოთ. შემდეგ დავუმატოთ ინდიკატორი 3-4 წვეთი ფეროინის ხსნარი ან 10 წვეთი N-ფენილანტრანილის მჟავა. რეაქციაში შეუსვლელი ბიქრომატი გავტიტროთ 0,025 N მორის მარილით ინდიკატორ ფეროინის გამოყენებისას ლურჯ-მწვანედან მოწითალო-მოყავისფროში გადასვლამდე და N-ფენილანტრანილის მჟავას გამოყენებისას კი მოწითალო-ისფერიდან ლურჯ-მწვანეში გადასვლამდე.

ბ) როცა ქლორიდები 300 მგ/ლ-ზე მეტია:

20 მლ გაფილტრული სინჯი, ან ნაკლები მოცულობა მიყვანილი გამოხდილი წყლით 20 მლ-მდე, მოვათავსოთ კოლბაში, დავუმატოთ ვერცხლისწყლის (II) სულფატი (ყოველ 10 მგ-ზე 100 მგ HgSO_4) და მოვურიოთ. შემდეგ ანალიზი გავაგრძელოთ ისე, როგორც ზემოთაა აღწერილი. ე.ი. დავუმატოთ 10 მლ 0,025 N კალიუმის ბიქრომატის ხსნარი და 30 მლ ვერცხლის სულფატის გოგირდმჟავიანი ხსნარი. ვერცხლისწყლის სულფატის დამატების შემდეგ შეიძლება წარმოიქმნას მცირე ნალექი, მაგრამ ის განსაზღვრას ხელს არ უშლის.

ასევე ჩავატაროთ ფუჭი (ნულოვანი) ცდა 20 მლ გამოხდილ წყალზე.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: ბიქრომატული ჟანგვადობა X (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{(a - b) \cdot K \cdot 0,025 \cdot 8 \cdot 1000}{V}$$

სადაც:

a – არის სინჯის გატიტვრისას დახარჯული მორის მარილის რაოდენობა, მლ;

b – მორის მარილის რაოდენობა, დახარჯული ფუჭი ცდის გატიტვრაზე, მლ;

V – განსაზღვრისათვის აღებული სინჯის მოცულობა, მლ;

0,025 – კალიუმის ბიქრომატის ნორმალობა;

K – მორის მარილის ნორმალობის შესწორების კოეფიციენტი. თუ შესწორების კოეფიციენტი არის $0,995 \div 1,005$ ზღვრებში, მაშინ გამოთვლისას იგი შეიძლება უგულვებელყოთ;

8 – ჟანგბადის მგ-ექვივალენტი, მგ;

1000 – მლ-ის ლიტრზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

განსაზღვრის დიაპაზონი შეადგენს $4 \div 80$ მგ/ლ-ს განზავების გარეშე. გადაჭარბების შემთხვევაში ძლიერ დაბინძურებული წყლები ზავდება ისე, რომ დახარჯული ბიქრომატის რაოდენობამ არ გადააჭარბოს მომზადებულის 50%-ს. განზავების წინ ხდება სინჯის მორევა. ამ შემთხვევაში χ მ (მგ/ლ) გამოითვლება ფორმულით:

$$X_1 = X \frac{V_1}{v}$$

სადაც, X – არის განზავებული სინჯის χ მ, მგ/ლ;

V_1 – მოცულობა, საანამდეც განზავებულია სინჯი, მლ;

v – საანალიზოდ აღებული სინჯის მოცულობა, მლ.



ზუსტი შედეგების მისაღებად რეკომენდებულია ჩატარდეს პარალელური ცდები (მინიმუმ ორი). საჭიროების შემთხვევაში ანალიზის შედეგი დგინდება ორი მაჩვენებლის საშუალო არითმეტიკულის მიხედვით:

$$X_{\text{საშ}} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

სადაც, X_1 – არის პირველი ანალიზის შედეგი, მგ/ლ;

X_2 – მეორე ანალიზის შედეგი, მგ/ლ.

მიღებული ორი მონაცემი უნდა აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობას:

$$|X_1 - X_2| \leq 0,01 \cdot r \cdot X_{\text{საშ}}$$

სადაც, r – არის განმეორებადობის ზღვარი, %.

ცხრილი 8.7

გაზომვის დიაპაზონი, მგ/ლ	განმეორებადობის ზღვარი, (r) %
4,0÷10,0	42
10,0÷80,0	34

შედეგები შეიტანეთ ცხრილში და განსაზღვრეთ მიღებული მონაცემები რამდენჯერ აღემატება ზღვრულად დასაშვებ კონცენტრაციას (ზდკ):

ცხრილი 8.8

ცდის №	ბიქრომატული ჟანგვადობა, მგO ₂ /ლ	ზდკ - არა უმეტეს, მგO ₂ /ლ
1.		
2.		
3.		

ჩამოაყალიბეთ შესაბამისი დასკვნები.

ჩატარებული სამუშაო აღწერეთ ლაბორატორიული ოქმის სახით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. ჩამდინარე წყლებში საერთო ჟანგვადობის განსაზღვრისათვის რომელი მეთოდის გამოყენებაა რეკომენდებული?
2. რაში მდგომარეობს ბიქრომატული ჟანგვადობის მეთოდი არსი?
3. რა უშლის ხელს ჟანგვადობის განსაზღვრას და ქლორიდების ხელშემშლელი ზეგავლენის ასაცილებლად ანალიზის მსვლელობაში რისი დამატებაა საჭირო?
4. რა შეფერილობას აძლევს სინჯს ინდიკატორ N-ფენილანტრანილის მჟავას დამატება?
5. ანალიზის ჩატარებისას რომელი გამტიტრავი ნივთიერება გამოიყენება?
6. რისთვისაა საჭირო ფუჭი (ნულოვანი) ცდის ჩატარება?
7. როგორ გამოისახება ბიქრომატული მეთოდით ჟანგვადობის გამოსათვლელი ფორმულა და დაგვანალიზოთ თითოეული კომპონენტი.



რეკომენდებული ლიტერატურა და სასწავლო მასალები

- ❖ ი. გეგელაშვილი, ვ. ნიჟარაძე. სამრეწველო საწარმოთა კანალიზება. თბილისი. 1987
- ❖ ქ. ქობულეთის მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობის მშენებლობის და ოპერირების პროექტი. გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში. 2013
- ❖ სს „ლომისი“ ლუდსახარში ნატახტარის ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გამწმენდი ნაგებობის ოპერირების პროექტი. გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში. 2013
- ❖ https://www.youtube.com/watch?v=w6f_8iVhIrw
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=5obYCyTAfAE>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=cWmoMVuOINw>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=9UDgXyEOpfo>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=rwiXby6j3Io&t=11s>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=8isr9nSDCK4>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=vxdBUucI1HE>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=SiqQPMtPYAA>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=c4b6FdDQnZE>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=pIMJ9M21yq0>



თავი 9. ნიადაგის დაცვა და ხარისხის კონტროლი

9.1. ნიადაგის შედგენილობა, გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებები, დაბინძურების საშიშროება და მისი სახეები

ნიადაგი წარმოადგენს არაცოცხალი და ცოცხალი მატერიის რთულ თვითრეგულირებად სისტემას. ფაქტორებს, რომელთა ზემოქმედებით იქმნება და ვითარდება ნიადაგი, წარმოადგენს: ბუნებრივი წარმონაქმნი, ცოცხალი ორგანიზმები, მიკროორგანიზმები, კლიმატი, რელიეფი, ადამიანის სამეურნეო მოღვაწეობა.

ნიადაგი, ჰიდროსფეროსა და ატმოსფეროსთან ერთად განიხილება როგორც გარემოს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტი. ყველა ცოცხალი პირდაპირ ან ირიბად დაკავშირებულია ნიადაგთან. ნიადაგის ზეგავლენა ადამიანის საცხოვრებელი პირობებზე და ჯანმრთელობაზე ფართო და მრავალმხრივია. ამ მიმართებით ბევრია დამოკიდებული ნიადაგის ფიზიკურ-ქიმიურ და ქიმიურ შედგენილობაზე, პათოგენური მიკროფლორითა და ტოქსიკური ქიმიური ელემენტებით მის გაჭუჭყიანებაზე.

ნიადაგი შედგება მყარი, თხევადი, აირადი და ცოცხალი ნაწილისაგან. ნიადაგის მყარ ნაწილში ჭარბობს მინერალური ნივთიერებები. მინერალური ნივთიერებების შემადგენლობაში შედიან შემდეგი ქიმიური ელემენტები: Si, Al, Fe, K, N, Mg, Ca, P, Cl, S, უფრო მცირე რაოდენობით Cu, Mo, I, B, F და სხვ. მოსავლიანი ნიადაგის შემადგენლობაში შედის ორგანული ნაერთები, რომლებიც შედგებიან მცენარეული, ცხოველური და მიკრობული წარმოშობის ნაერთებისაგან. ორგანული ნივთიერება 80-90%-ით შედგება ჰუმუსის (ნეშომპალა) რთული კომპლექსისაგან, რომელიც წარმოიქმნება ცოცხალი და მცენარეული ნარჩენების გარდაქმნის გზით. ჰუმუსი შედგება მცენარეთა კვებისათვის საჭირო ყველა ძირითადი ელემენტებისაგან.

ნიადაგი

დედამიწის ფხვიერი ზედა ნაწილი, რომელიც შექმნილია ქანების, კლიმატის, ბიოსფეროს, რელიეფის ხნოვანების და ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის ურთიერთქმედებით.

ჰუმუსი

ნიადაგში არსებული სპეციფიკური და არასპეციფიკური ორგანული ნივთიერებების ერთობლიობა, მუქად შეფერილი უფორმო მასა, რომელიც არ შეიცავს ცოცხალ ორგანიზმებსა და მათი ნარჩენების ისეთ მინარევებს, რომელთაც შენარჩუნებული აქვთ უჯრედული აგებულება.

საკავებელ ფორებს.

ნიადაგის მიკროორგანიზმები დიდ როლს ასრულებენ ნიადაგის წარმოქმნის, ნიადაგის მოსავლიანობის და ნივთიერებათა ცვლის პროცესში. ეს მიკროორგანიზმები მათი ფუნქციების მიხედვით ძალზე მრავალფეროვანია: ჰეტეროტროფები და ავტოტროფები, აერობები და ანაერობები.

ნიადაგი ხასიათდება მექანიკური აღნაგობითა და ფიზიკური შემადგენლობით. ასეთი სახის მახასიათებლებს განეკუთვნება: მარცვლიანობა და ფორიანობა, გაჰერება, ფილტრაციის უნარი, წყალტევადობა, კაპილარობა, ჰიგროსკოპულობა, აორთქლების უნარი. ნიადაგის დახასიათება აუცილებელია ადგილმდებარეობის განსაზღვრული უბნის გამოყენების საკითხის გადასაწყვეტად სარწყავი მინდვრების, პოლიგონების, სამრეწველო საყრდენების და სხვათა ორგანიზებისათვის.

ნიადაგის თხევადი ნაწილი - ნიადაგის ხსნარი წარმოადგენს ნიადაგის აქტიურ კომპონენტს, რომელიც ნივთიერებათა გადატანას უწყობს ხელს. ძირითადად ის შედგება იონებისაგან, კოლოიდებისა და უფრო დიდი ნაწილაკებისაგან, რომლებიც ზოგჯერ სუსპენზიას ქმნიან. ნიადაგის აირული ნაწილი ანუ ნიადაგის ჰაერი იკავებს წყლის და-



ადამიანის სამეურნეო მოდერნიზაცია ხშირად იწვევს ნიადაგის ნაყოფიერების დაქვეითებას, ნიადაგის ქარისმიერი და წყლისმიერი ეროზიის გაძლიერებას, მის დამლაშებას (მარილების კონცენტრაციის ზრდას ნიადაგში), გამოფიტვას და ქიმიურ დეგრადაციას (ნიადაგის ხარისხის გაუარესება და მოსავლიანობის შემცირება).

ნიადაგის გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებები. გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებები ნიადაგში შეიძლება მოხვდნენ შემდეგი გზებით:

- ატმოსფერული ნალექებით (მაგ. მჟაური წვიმები);
- მტვრისა და აეროზოლების სახით დალექილი;
- აირადი ნივთიერებების უშუალო შთანთქმით ნიადაგის მიერ;
- მცენარეების მიერ (მაგ. ფოთოლცვენა).

ძირითადად ნიადაგის გამაჭუჭყიანებელ ნივთიერებებს წარმოადგენენ: 1) პესტიციდები (შხამ-ქიმიკატები); 2) მინერალური სასუქები; 3) მრეწველობის ნარჩენები და გაფრქვევები (მათ შორის რადიოაქტიური ნივთიერებები); 4) ატმოსფეროში გამოტყორცნილი მავნე აირ-კვამლიანი გამონახოლქვები; 5) ნავთობი და ნავთობპროდუქტები.

მინერალური სასუქებით ნიადაგების გაჭუჭყიანების პრობლემა დაკავშირებულია მათი ზედმეტი რაოდენობით გამოყენებასთან. აზოტოვანი, ფოსფოროვანი და სხვა ტიპის სასუქების გამოყენებისას ნიადაგში მიგრირდებიან ნიტრატები, სულფატები, ქლორიდები და სხვა ნაერთები. კომონერის მიერ დადგენილ იქნა, რომ აშშ-ში აზოტოვანი სასუქების მთლიანი რაოდენობიდან მცენარეების მიერ ყველაზე სასურველ პირობებში შეითვისება მათი 80%, ხოლო ქვეყანაში საშუალოდ ეს მაჩვენებელი 50%-ს შეადგენს. ეს იწვევს აზოტის, ფოსფორის და სხვა ელემენტების ბიოგეოქიმიური წრებრუნვის დარღვევას. ამ დარღვევის ეკოლოგიური შედეგები უპირველესად აისახება წყლის ეკოსისტემებში მიმდინარე ანთროპოგენური ევტროფიკაციის პროცესში.

მცენარის სრულყოფილი განვითარებისათვის აუცილებელია მისთვის მთავარი საკვები ნივთიერებების ოპტიმალური მიწოდება. ფოსფორი ნიადაგში შედარებით ნაკლებად მიგრირებადია, ვიდრე აზოტი და არ გამოირეცხება ატმოსფერული ნალექებით. აზოტისა და კალიუმის სასუქები წყალში კარგი ხსნადობით ხასიათდებიან და სწრაფად გამოიტანებიან ნიადაგის მოსავლიანი ფენებიდან.

ნიადაგების ინტენსიურ გაჭუჭყიანებას იწვევენ **წარმოების ნარჩენები და გაფრქვევები**. მიწების დიდი ფართობები უჭირავთ წილისა და ნარჩენების საყრდენებს, კუდსაცავებს და სხვა, რომლებიც ინტენსიურად აბინძურებენ ნიადაგს, რომლის თვითაღდგენის უნარი შეზღუდულია.

ნიადაგს აქვს თვისება დააგროვოს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ძლიერ საშიში ნივთიერებები, მაგალითად, მძიმე ლითონები. ტყვიის მნიშვნელოვან რაოდენობას შეიცავს ნიადაგები, რომლებიც მდებარეობენ საავტომობილო გზების ახლოს. გზიდან რამდენიმე მეტრით მოშორებული ნიადაგიდან აღებულ სინჯში ტყვიის კონცენტრაცია აღმოჩნდა 30-ჯერ მეტი, ვიდრე მისი შემცველობა არადაბინძურებულ რაიონებში (20 მკგ/გ).

საქართველოში ნავთობტერმინალებისა და ნავთობსადენების მშენებლობის გამო ძალზე აქტუალურია ბრძოლა **ნავთობითა და ნავთობპროდუქტებით** ნიადაგების დაბინძურების წინააღმდეგ. გაჭუჭყიანების მიზეზია ავარიები მაგისტრალებსა და ნავთობსადენებზე.

დაბინძურების წყაროებისა და ქიმიური ელემენტების ნუსხა, რომელთა დაგროვებაც შესაძლებელია ამ წყაროების ზეგავლენის ზონებში მოცემულია ცხრილში (იხ. დანართი №6, ცხრილი 6(2)).



დაბინძურების წყაროებისა და ქიმიური ელემენტების ნუსხა, რომელთა დაგროვებაც შესაძლებელია ამ წყაროების ზეგავლენის ზონებში			
მრეწველობის სახეობა	საწარმოო ობიექტი	პრიორიტეტული	თანმზღები
ფერადი მეტალურგია	უშუალოდ წყაროდან და კონცენტრატებიდან ფერადი ლითონების წარმოება.	ტყვია, თუთია, სპილენძი, ვერცხლი.	კალა, ბისმუტი, დარიშხანი, კადმიუმი, სტიბიუმი, ვერცხლისწყალი, სელენი.
	ფერადი ლითონების მეორეული.	ტყვია, თუთია, კალა, სპილენძი	ვერცხლისწყალი.
	მყარი და ძნელდნობადი ფერადი ლითონების წარმოება.	ვოლფრამი.	მოლიბდენი.
	ტიტანის წარმოება.	ვერცხლი, თუთია, ტყვია, ბორი, სპილენძი.	ტიტანი, მანგანიუმი, მოლიბდენი, კალა, ვანადიუმი.
შავი მეტალურგია	ლეგირებული ფოლადების წარმოება.	კობალტი, მოლიბ-დენი, ბისმუტი, ვოლფრამი, თუთია.	ტყვია, კადმიუმი, ქრომი, თუთია.
	რკინამადნეულის წარმოება.	ტყვია, ვერცხლი, დარიშხანი, თალიუმი	თუთია, ვოლფრამი, კობალტი, ვანადიუმი.
მანქანათმშენებლობა და ლითონდამამუშავებელი მრეწველობა	ლითონების თერმული დამუშავების (სასხმელი საამქროს გარეშე) საწარმო.	ტყვია, თუთია.	ნიკელი, ქრომი, ვერცხლისწყალი, კალა, სპილენძი.
	აკუმულატორების წარმოება, ელექტროტექნიკური და ელექტრონული მრეწველობისათვის ხელსაწყოების წარმოება.	ტყვია, ნიკელი, კადმიუმი.	სტიბიუმი, ტყვია, თუთია, ბისმუტი.
ქიმიური მრეწველობა	სუპერფოსფატური სასუქების წარმოება.	სტრონციუმი, თუთია, ფტორი, ბარიუმი.	იშვიათი მიწები. სპილენძი, ქრომი, დარიშხანი, იტრიუმი.
საშენ მასალათა მრეწველობა	ცემენტის წარმოება (მეტალურგიული წარმოების ნარჩენების გამოყენებისას შესაძლებელია შესაბამის ელემენტების დაგროვება).		ვერცხლისწყალი, თუთია, სტრონციუმი.
პოლიგრაფი-ული მრეწველობა	შრიფტისასხმელი ქარხანა და ტიპოგრაფია.		ტყვია, თუთია, კალა.
სასუქის სახით გამოყენებული, დიდი ქალაქების მყარი საყოფაცხოვრებო გადანაწერები		ტყვია, კადმიუმი, კალა, სპილენძი, ვერცხლი, სტიბიუმი, თუთია.	ვერცხლისწყალი.
კანალიზაციის წყლების ნალექი		ტყვია, კადმიუმი, ვანადიუმი, ნიკელი, კალა, ქრომი, სპილენძი, თუთია.	ვერცხლისწყალი, ვერცხლი.
დაბინძურებული სარწყავი წყლები		ტყვია, თუთია.	სპილენძი.

ნიადაგის ქიმიური დაბინძურება არის ნიადაგის ქიმიური შედგენილობის ცვლილება, გამოწვეული მიწათსარგებლობის ფაქტორების (სამრეწველო, სასოფლო-სამეურნეო, კომუნალური) პირდაპირი და არაპირ-



დაპირი მოქმედებით, რაც განაპირობებს მისი ხარისხის დაქვეითებასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობისათვის შესაძლო საშიშროების შექმნას.

ნიადაგების ქიმიური გაჭუჭყიანების მაჩვენებლებად გვევლინება ისეთი ნივთიერებების რაოდენობის მომატება, როგორიცაა ორგანული აზოტი, ამიაკი, ორგანულინახშირბადი, ნიტრატები, ქლორიდები, სამრეწველო გაფრქვევების ნივთიერებანი. ისინი ახასიათებენ ორგანული ნივთიერებებით ნიადაგის დაბინძურების ხარისხს.

ორგანული ნივთიერებების დაშლა ნიადაგში მიმდინარეობს ორ ეტაპად - მინერალიზაცია და ნიტრიფიკაცია. დაშლის პროცესში აზოტშემცველი ნაერთები თანდათანობით გადადიან ამიაკში, ნიტრატები და ნიტრიტები წარმოადგენენ ცილოვანი სტრუქტურების საბოლოო დაშლის პროდუქტებს.

ნიადაგში თვითგასუფთავების პროცესებისას ორგანული ნახშირბადი მინერალიზდება 1-1,5 წლის განმავლობაში; ორგანული აზოტი მცირე დროის განმავლობაში განიცდის ამონიფიკაციას; ამიაკის მნიშვნელოვანი ნაწილს ხანგრძლივად (2-3 წელი) შეიცავს ნიადაგის ზედა ფენა და ნიტრიფიკაციის ობიექტს წარმოადგენს; ნიტრატები თითქმის ერთი წელი შეიძლება იყოს ნიადაგის ზედა ფენაში და მცენარის საკვებს წარმოადგენენ, ხოლო შემდეგ ატმოსფერული ნალექებით გამოირეცხება ნიადაგის უფრო ღრმა ფენებისაკენ. ქლორიდები მცენარეების მიერ არ გარდაიქმნიებიან და არ შთაინთქმებიან. ისინი ატმოსფერული ნალექებით გამოირეცხებიან უფრო ღრმა ფენებისაკენ.

ისევე როგორც ატმოსფერული ჰაერი და წყალსატევები, ნიადაგიც ხასიათდება თვითგასუფთავების თვისებით. თვითგასუფთავების პროცესში ორგანული ნივთიერებები მინერალიზდებიან და წარმოიქმნება მინერალური მარილები, პათოგენური ბაქტერიები და ჰელმინთების კვერცხები კვდებიან. თვითგასუფთავების პროცესების ინტენსივობაზე ზეგავლენას ახდენს ნიადაგის მექანიკური სტრუქტურა, მისი ქიმიური შედგენილობა და ფიზიკური თვისებები.

ნიადაგში მავნე ნივთიერებების ნორმირების პრინციპი მნიშვნელოვანად განსხვავდება ატმოსფერულ ჰაერში, წყალსა და საკვებ პროდუქტებში მათი ნორმირების პრინციპებისაგან. ასეთი განსხვავება განპირობებულია იმით, რომ ნიადაგის საშუალებით მავნე ნივთიერებათა პირდაპირი მოხვედრა ადამიანის ორგანიზმში მცირეა. ნიადაგში მოხვედრილი ქიმიური ნივთიერებები ძირითადად ადამიანის ორგანიზმში ნიადაგთან კონტაქტირებადი გარემოს ობიექტების - წყლის, ჰაერისა და მცენარეების გზით ხვდებიან. ამიტომ, ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების ნორმირებისას გაითვალისწინება არა მარტო ნიადაგთან უშუალო კონტაქტის საშიშროება, არამედ, უმთავრესად ნიადაგთან კონტაქტირებადი გარემოს მეორადი გაჭუჭყიანების შედეგები. ამასთან, ასევე გაითვალისწინება ისეთი ფაქტებიც, რომლებიც ზემოქმედებას ახდენენ ქიმიური ნივთიერებების რაოდენობით შემცველობაზე და მოქმედებაზე - ნიადაგის ტიპი, მექანიკური შემცველობა, მორფოლოგია, მიკრობიოცენოზი, აქტიური რეაქციები, ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვა.

ნიადაგის დაბინძურების საშიშროება განისაზღვრება მისი შესაძლო უარყოფითი ზემოქმედების დონით გარემოზე (წყალი, ჰაერი), კვების პროდუქტებზე და პირდაპირ ან არაპირდაპირ ადამიანზე, აგრეთვე ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობასა და თვითგაწმენდის პროცესებზე.

მავნე ნივთიერებებით ნიადაგის დაბინძურების საშიშროების ჰიგიენური შეფასების ძირითად კრიტერიუმს წარმოადგენს ქიმიური ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაცია (ზდკ) ნიადაგში.

ზდკ ადამიანის ჯანმრთელობისათვის უვნებელი მაჩვენებელია, რადგანაც მისი მეცნიერული დასაბუთებისათვის გამოყენებული კრიტერიუმები მოიცავს დამაბინძურებლის - კონტაქტურ გარემოზე, ნიადაგის ბიოლოგიურ აქტივობასა და მის თვითგაწმენდის პროცესებზე უშუალო ზემოქმედების ყველა შესაძლო გზას. ამასთან, ყოველი სახის ზემოქმედების შესაძლო გზის შეფასება ხდება რაოდენობრივად ნივთიერების შემცველობის დასაშვები დონის დასაბუთებით, თითოეული მავნეობის მაჩვენებლის მიხედვით. მათგან



უმცირესი მნიშვნელობის მაჩვენებელი ითვლება მაღლიმიტირებლად და გამოიყენება როგორც ნივთიერების ზდკ.

სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების მოსაყვანად გამოსაყენებელი ნიადაგის დაბინძურების საშიშროების შეფასება ძირითადად ხდება მავნეობის ტრანსლოკაციური მაჩვენებლით. იგი წარმოადგენს ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს მაჩვენებელს ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების ზდკ-ს დადგენისას. ეს განპირობებულია შემდეგით:

ა) მცენარეული წარმოშობის საკვები პროდუქტებით ადამიანის ორგანიზმში ხვდება ქიმიური ნივთიერებების საშუალოდ 70%;

ბ) ტრანსლოკაციის დონე განსაზღვრავს ტოქსიკანტების დაგროვების დონეს და მოქმედებს პროდუქტის ხარისხზე.

ამრიგად, ტერმინი „ტრანსლოკაციური“ (TB) ახასიათებს ნივთიერების გადასვლის დინამიკას ნიადაგიდან მცენარეში (ფესვთა სისტემა, მწვანე მასა, ნაყოფი), მგ/კგ;

შესაბამისად, „წყალში მიგრაციული“ (MB) გვამლევს წარმოადგენას ტენის განაწილების დინამიკის შესახებ, ქიმიური ნივთიერების გადასვლაზე ნიადაგიდან ზედაპირულ და გრუნტის წყლებში, მგ/ლ;

„ჰაერში მიგრაციული“ (MA) ახასიათებს ქიმიური ნივთიერების გადასვლას ნიადაგიდან ატმოსფერულჰაერში, მგ/მ³;

„ზოგადსანიტარული“ (OC) ახასიათებს ქიმიური ნივთიერების ზეგავლენას ნიადაგის თვითგასუფთავებაზე და მის ბიოლოგიურ აქტივობაზე, მგ/კგ.

ცხრილი 9.2

ზოგიერთი არაორგანული ქიმიური ნივთიერებების ზღვრულად დასაშვები კონცენტრაციები ნიადაგში (ზდკ) და მავნეობის მაჩვენებლების მიხედვით მათი შემცველობის დასაშვები დონეები							
ნივთიერების დასახელება	შემცველობის ფორმა	ფონის გათვალისწინებით ნიადაგის ნივთიერების ზდკ მგ/კგ	მავნეობის მაჩვენებლების დონეები (K ₁ -K ₄) და მათგან მაქსიმალური – (K მაქ) მგ/კგ-ში				საშიშროების კლასი
			ტრანსლო-კაციური (K ₁)	მიგრაციული წყლის (K ₂)	ჰაერის (K ₃)	საერთო სანიტარული (K ₄)	
1	2	3	4	5	6	7	8
სპილენძი	გამონაწვლილი ნიადაგიდან pH4,8-ის მქონე ამონიუმ-აცეტატური ბუფერით.	3	3,5	72	-	3	2
ბრომი	„	6	666	6	6	6	2
ნიკელი	„	4,0	6,7	14	-	4	2
თუთია	„	23	23	200	-	37	1
შავმიწა ნიადაგის მანგანუმი	„	140	320	1860	-	140	3
კორდიან-ეწერიანი ნიადაგის მანგანუმი pH 4	„	60	220	1000	-	60	3
კორდიან-ეწერიანი ნიადაგის მანგანუმი pH 1,4-5,6	„	80	220	1000	-	80	3



1	2	3	4	5	6	7	8
შავმიწა ნიადაგის მანგანუმი	მიღებული 0,1 ნორმალუბის H_2SO_4 -ით.	700	1600	9300	-	700	3
კორდიან-ეწერიანი ნიადაგის მანგანუმი pH 4	„	300	1100	5000	-	300	3
კორდიანეწერიანი ნიადაგის მანგანუმი pH 5,1-6	„	400	1100	5000	-	400	3
კორდიან-ეწერიანი ნიადაგის მანგანუმი pH >6	„	500	1100	8000	-	500	3
სტიბიუმი	საერთო	4,5	4,5	4,5	-	50	2
მანგანუმი	საერთო	1500	3500	1500	-	1500	2
ვანადიუმი	საერთო	150	170	350	-	150	3
მანგანუმი+ ვანადიუმი	საერთო	1000+ 100	1500+ 150	2000+ 200	-	1000+ 100	3
ტყვია	საერთო	32	35	260	-	32	1
დარიშხანი	საერთო	2	2	15	-	10	1
ვერცხლისწყალი	საერთო	2,1	2,1	33,3	2,5	5	1
ტყვია+ ვერცხლისწყალი	საერთო	20+1	20+1	30+2	-	30+2	1
კალიუმის ქლორიდი	საერთო	560	1000	560	1000	5000	3
გოგირდოვანი შენაერთები(S): ელემენტარული გოგირდოვანი	საერთო	160	180	380	-	160	3
გოგირდწყალბადი (H_2S)	საერთო	0,4	160	140	0,4	160	3
გოგირდმჟავა	საერთო	160	180	380	-	160	1
ბენ(ა)პირენი	საერთო	0,02	0,2	0,5	-	0,02	1
ნიტრატები	„	130	180	130	-	225	
ბენზოლი	„	0,3	3	10	0,3	50	
ტოლუოლი	„	0,3	0,3	100	0,3	50	
სტიროლი	„	0,1	0,3	100	0,1	1	
ქსილოლი	„	0,3	0,3	100	0,4	1	



ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურებული სასოფლო-სამეურნეო მიწებისათვის გამოსაყენებელი ნიადაგების შეფასების პრინციპული სქემა მოცემულია ცხრილში 9.3.

ცხრილი 9.3

ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურებული სასოფლო-სამეურნეო მიწებისათვის გამოსაყენებელი ნიადაგების შეფასების პრინციპული სქემა			
დაბინძურების კატეგორია	დაბინძურების მახასიათებელი	შესაძლო გამოყენება	ჩასატარებელი ღონისძიებანი
I. დასაშვები	ნიადაგში ნივთიერების შემცველობა აღემატება ფონურს, მაგრამ ნაკლებია ზღვ-ზე.	გამოყენება შეუზღუდავად ნებისმიერი კულტურისთვის.	დაბინძურების წყაროს ზემოქმედების დონის შემცირება. მცენარეებში ტოქსიკანტების შეღწევის შესამცირებელი ღონისძიებების განხორციელება (კირით გაპოხიერება, ორგანული სასუქების შეტანა).
II. ზომიერად საშიში	ქიმიური ნივთიერების შემცველობა აღემატება ზღვ-ს მაღლიმტირებელი საერთო-სანიტარული, წყალ და ჰაერ-მიგრაციული მაჩვენებლებით, მაგრამ დაბალია დასაშვებ დონეზე ტრანსლოკაციური მაჩვენებლის მიხედვით.	გამოიყენება ნებისმიერი კულტურისათვის იმ პირობით, თუ სასოფლო-სამეურნეო ხარისხზე დაწესდება კონტროლი	ღონისძიებები I კატეგორიის ანალოგიურია. მაღლიმტირებელი წყალმიგრაციული მაჩვენებლის მქონე ნივთიერების არსებობისას ტარდება კონტროლი ამ ნივთიერების შემცველობაზე სოფლის მეურნეობის მუშაკების სასუნთქ ზონაში და ადგილობრივი წყალ-მომარაგების წყაროების წყალში.
III. საშიში	ნივთიერების შემცველობა აღემატება ზღვ-ს მავნეობის მაღლიმტირებელი ტრანსლოკაციური მაჩვენებლის მიხედვით.	გამოიყენება ტექნიკური კულტურები-სათვის, სასოფლო-სამეურნეო კულტურებისათვის გამოყენება შეზღუდულია კონცენტრატორი მცენარეების გათვალისწინების გამო.	1) I კატეგორიისათვის მითითებული ღონისძიებების გარდა. აუცილებელია კონტროლი ტოქსიკანტების შემცველობაზე მცენარეებში, კვების პროდუქტებსა და ცხოველების საკვებში. 1) აუცილებლობის შემთხვევაში მცენარეული საკვები პროდუქტების მოყვანისას რეკომენდებულია მათი შერევა სუფთა ნიადაგზე მოყვანილ კვების პროდუქტებთან. 3). საქონლის საკვებად მწვანე მასის გამოყენების შეზღუდვა კონცენტრატორი მცენარეების გათვალისწინების გამო.
IV. ძლიერ საშიში	ნიადაგში ნივთიერების შემცველობა აღემატება ზღვ-ს მავნეობის ყველა მაჩვენებლის მიხედვით	გამოიყენება ტექსიკური კულტურებისათვის ან გამოირიცხება სოფლის მეურნეობაში გამოყენებიდან. დაიშვება ტყის საცავ ზოლში.	ნიადაგში ტოქსიკანტების შეზღუდვისა და დაბინძურების დონის შესამცირებელი ღონისძიებები. კონტროლი სოფლის მეურნეობის მუშაკების სასუნთქ ზონაში და ადგილობრივი წყალმომარაგების წყაროს წყალში ტოქსიკანტების შემცველობაზე.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რას ეწოდება ნიადაგი?
2. რას ეწოდება ჰუმუსი?
3. რა გზებით ხვდებიან ნიადაგში გამაჭუჭყიანებელი ნივთიერებები?
4. რაში მდგომარეობს ნიადაგის მინერალური სასუქებით გაჭუჭყიანება?
5. რომელი ნივთიერებები შეიძლება დაგროვდნენ ნიადაგში ქიმიური მრეწველობის ზეგავლენის შედეგად?
6. აღწერეთ ნიადაგში მავნე ნივთიერების ნორმირების პრინციპი
7. რას ნიშნავს ტერმინი „ტრანსლოკაციური“?
8. რას ნიშნავს ტერმინი „წყალში მიგრაციული“?
9. რას ახასიათებს ნიადაგის ზოგადსანიტარული მაჩვენებლები?
10. გამოიყენეთ ქიმიური ნივთიერებებით დაბინძურებული სასოფლო-სამეურნეო მიწებისათვის გამოსაყენებელი ნიადაგების შეფასების პრინციპული სქემა. აღწერეთ საშიში დაბინძურების დროს ჩასატარებული ღონისძიებები.
11. გამოიყენეთ ცხრ. წარმოადგინეთ ნიადაგში ვერცხლისწყალის ზდკ და მავნეობის მაჩვენებლების მიხედვით მათი შემცველობის დასაშვები დონეები.



9.2. ნიადაგის სინჯის აღება ფიზიკურ-მექანიკური და ქიმიური გამოკვლევებისათვის

სინჯის აღება, ტრანსპორტირება, შენახვა, საანალიზოდ მომზადება და ანალიზი ხორციელდება დამტკიცებული ნორმატიული დოკუმენტების შესაბამისად.

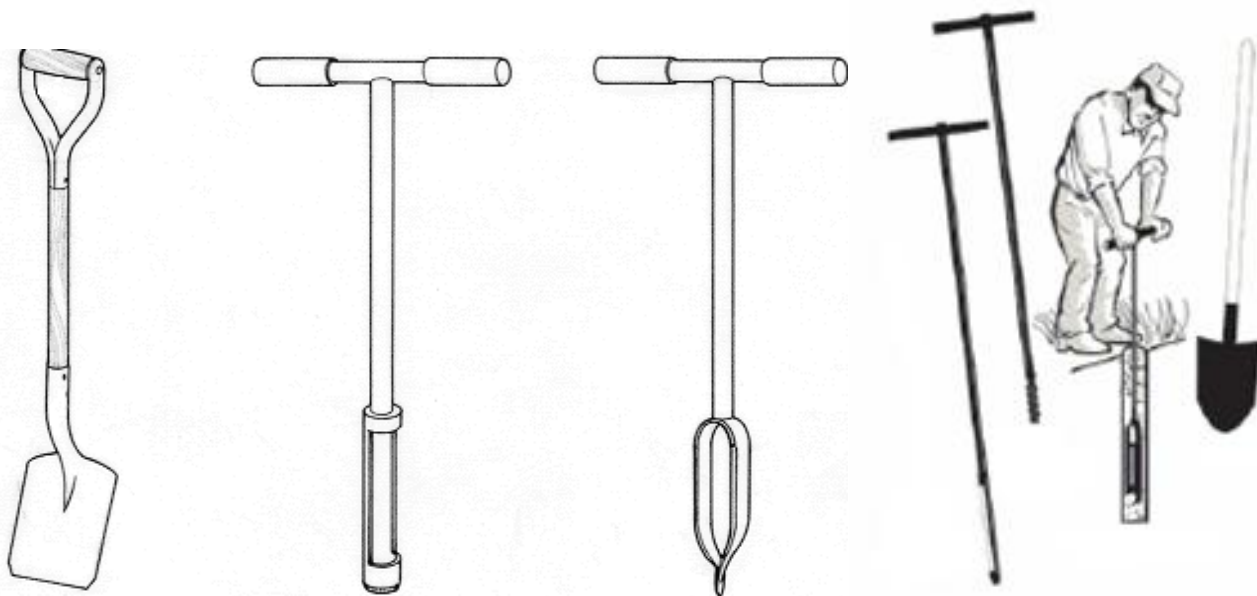
ძირითადი მითითებები სინჯის აღებისათვის შემდეგია:

1. სწორად ჩამოაყალიბეთ მიღებული დავალება: რა მიზნით ხდება ნიადაგის სინჯის აღება. ქიმიური ანალიზისათვის, სანიტარიული მდგომარეობის შეფასებისთვის, ფიზიკურ-მექანიკური კვლევებისათვის, მიკრობიოლოგიური და ბაქტერიული დაბინძურების განსაზღვრისათვის.
2. შესწავლეთ საკვლევი ტერიტორია. დაახასიათეთ საკვლევი ტერიტორია.
3. ჩაინიშნეთ მეტეოროლოგიური პარამეტრები.
4. განსაზღვრეთ საჭირო მოწყობილობები.
5. სინჯის აღებისას დაიცავით უსაფრთხოების ზომები.

გახსოვდეთ: ნიმუშები დაცული უნდა იქნეს დაბინძურებისა და დაზიანებისაგან;

პერსონალის ხელები და აღჭურვილობა უნდა იყოს სუფთა და მშრალი, ნიმუშისათვის განკუთვნილი ტარა, ან შესაფუთი მასალა აგრეთვე უნდა იყოს სუფთა.

იარაღები ნიადაგის სინჯის ასაღებად





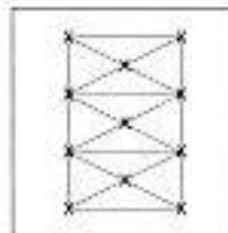
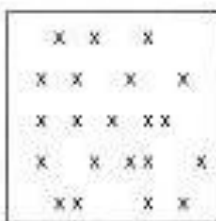
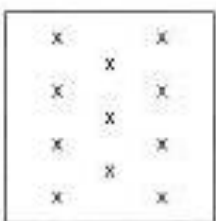
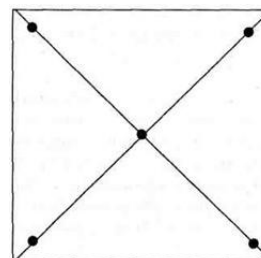
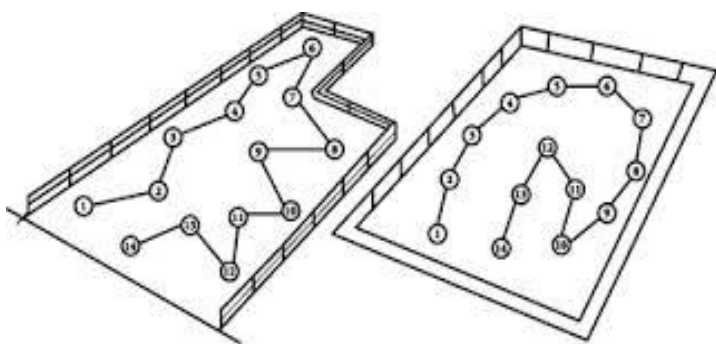
სინჯის აღება საკვლევი ტერიტორიის მიხედვით

თუკი საკვლევი ტერიტორია სხვადასხვაგვარი ლანდშაფტით, მაშინ უნდა დაიყოს ერთგვაროვან ზონებად.



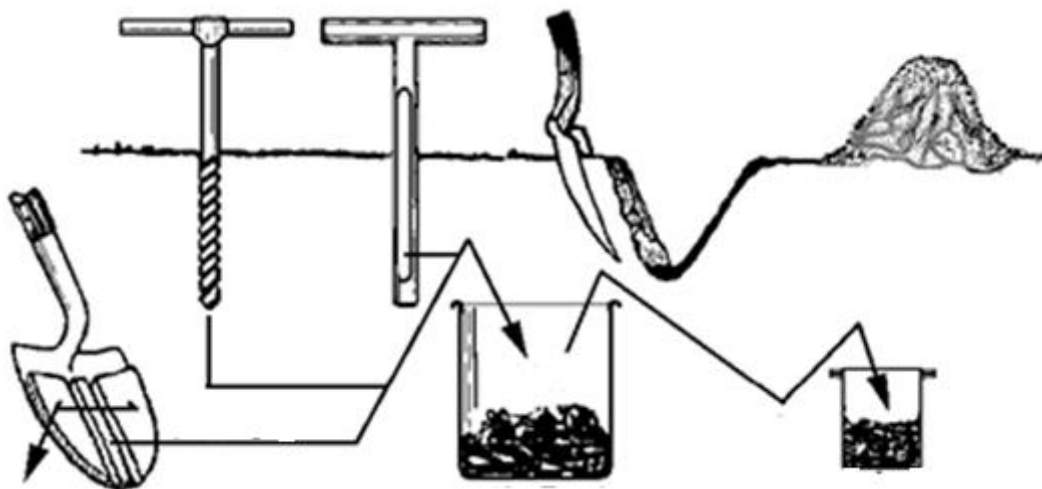
ზონებად დაყოფის შემდეგ უნდა შეირჩეს ის წერტილები, საიდანაც მოხდება სინჯების აღება. კონკრეტული წერტილებიდან აღებულ სინჯს სუბ-სინჯი ეწოდება.

სინჯის აღების წერტილების შერჩევისათვის შესაძლებელია მივმართოთ სხვადასხვა ვარიანტს, ზოგზაგისუბურ შერჩევას, რკალური პრინციპით შერჩევა, კონვერტის მეთოდით შერჩევას. ფართოდ გამოიყენება მრავალჯერადი კონვერტის მეთოდით შერჩევა.



სინჯების აღების მეთოდოლოგიური პრინციპები

ქიმიური ანალიზისათვის შერეული სინჯი შედგება არა ნაკლებ 5 წერტილოვანი ანუ სუბ-სინჯისაგან. თითოეულ მონიშნულ უბანზე იღებენ ხუთ წერტილს (კონვერტის ფორმის შესაბამისად) და თითოეულ წერტილიდან იღებენ წერტილოვან ანუ სუბ-სინჯებს. ნიადაგის სუბ-სინჯი ძირითადად უნდა ავიღოთ 0-25 სმ სიღრმის ფენიდან, ხოლო უფრო დაწვრილებით შესასწავლად კი 25-50 სმ სიღრმის ფენიდან. აღებულ სუბ-სინჯებს ერთმანეთში კარგად ურევენ და იღებენ ერთ საშუალო ნიმუშს, რომელსაც შერეული (გაერთიანებული) სინჯი ეწოდება. შერეული სინჯების მასა უნდა იყოს არა ნაკლებ 1 კგ-ისა.



საკვლევი ფართობიდან გამომდინარე ნიადაგის წერტილოვანი სინჯების რაოდენობა მოცემულია შემდეგ ცხრილში:

ცხრილი 9.4

კვლევის მიზანი	საკვლევი ფართობის ზომები, ჰა		სინჯების რაოდენობა
	ერთგვაროვანი მიწის საფარი	არაერთგვაროვანი მიწის საფარი	
ქიმიური ნივთიერებების შემცველობის განსაზღვრა	1÷5	0,5÷1	ერთი და მეტი შერეული სინჯი
სტრუქტურისა და ფიზიკური თვისებების განსაზღვრა	1÷5	0,5÷1	3÷5 წერტილოვანი სინჯი თითოეულზე
პათოგენური ორგანიზმებისა და ვირუსების განსაზღვრა	0,1÷0,5	0,1	10 შერეული სინჯი, რომელთაგან ყოველი შეიცავს 3 წერტილოვან სინჯს

სინჯის აღება, ტრანსპორტირება, შენახვა, საანალიზოდ მომზადება და ანალიზი ხორციელდება დამტკიცებული ნორმატიული დოკუმენტების შესაბამისად.

ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის შეფასებისთვის ნიადაგის სინჯის აღების მეთოდოლოგიური პრინციპები წარმოდგენილია ცხრილში 9.5.

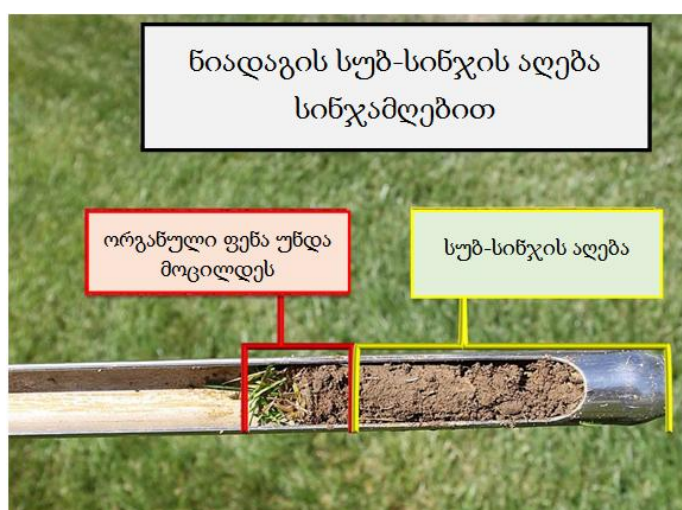
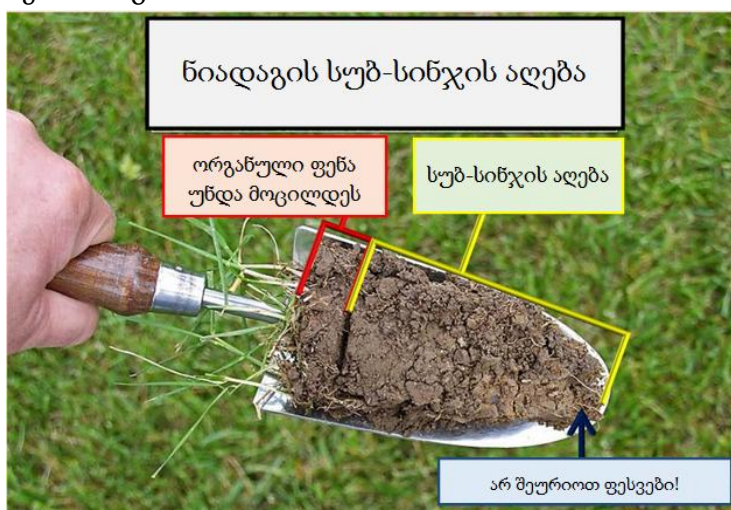


2003 წლის 24 თებერვლის N 38/ნ ბრძანება დასახლებული ადგილების ნიადაგის მდგომარეობის

ჰიგიენური შეფასება. მეთოდური მითითებები მმ 2.1.7.003-02

ნიადაგის სანიტარიული მდგომარეობის შეფასებისთვის ნიადაგის სინჯის აღების მეთოდოლოგიური პრინციპები							
ანალიზის ხასიათი	სინჯის აღების სიხშირე	საცდელი ფართობის განთავსება	საცდელი ფართობის აუცილებელი რაოდენობა	საცდელი ფართობის ზომა	1 ფართობიდან გაერთიანებულ ი სინჯების რაოდენობა	სინჯის აღების სიღრმე, სმ	გაერთიანე -ბული სინჯის მასა
სანიტარულ- ქიმიური	არანაკლებ ერთჯერ წელიწად ში	დაბინძურების წყაროდან სხვადასხვა მანძილზე	არანაკლებ ერთი ყოველ საკონტროლო ადგილზე	25 მ ²	1 არანაკლებ ხუთი წერტილი დან, თითოეულიდან 200გ	შრეობრივად 0-5 5-20	1 კგ
მათ შორის მძიმე ლითონებზე	არანაკლებ ერთჯერ სამ წელიწად ში						
ბაქტერიოლო- გიური	არანაკლებ ერთჯერ წელიწად ში	ადამიანების, ცხოველების შესაძლო ყოფნა ორგანული ნარჩენებით დაბინძურებულ ადგილებში	100 მ ² -ზე ერთი ფართობი	25 მ ²	10 სამი წერტილი დან, თითოეული- დან 200-250გ	შრეობრივად 0-5 5-20	600-750 გ
ჰელმინთოლო- გიური	2-3-ჯერ წელიწადში	იგივე, რაც ბაქტერიოლოგიის ათვის	100 მ ² -ზე ერთი ფართობი	25 მ ²	4-10 ათი წერტილიდან თითოეულიდან 20გ	შრეობრივად 0-5 5-10	200 გ
ენტომოლო- გიური	არანაკლებ 2-ჯერ წელიწად ში	სხვადასხვა ტიპის სანაგვე, ნაგავსაყრე ლი შლამიანი მოედნები	ერთი ობიექტის ირგვლივ 10 ფართობი	0,2 X 2 მ ²	1 ათი ფართობიდან	10	1 კგ
ნიადაგის ბიოლოგიური აქტივობის შეფასება (თვითგაწმენდის დინამიკა)	3 თვის განმავლობა ში (ვეგეტაციური პერიოდი) I თვეში- ყოველ კვირა, შემდეგ თვეში ერთჯერ	არანაკლებ ერთი ექსპერიმენტული და ერთი საკონტროლო ფართობიდან		25 მ ²	ერთი, არანაკლებ ხუთი წერტილიდან, თითოეულიდან 200გ	0-25	1 კგ

ნავთობით, ნავთობპროდუქტებით, მძიმე ლითონებითა და სხვათა მიერ ზედაპირის დაბინძურების შე-
მოწმებისათვის წერტილოვან სინჯებს იღებენ 0-5 და 5-20 სმ სიღრმის ფენიდან, ამასთან თითოეული უნდა
იყოს 200 გ.





დაბინძურების წერტილოვანი წყაროების რაიონში (ნაგვის გროვები, სანაგვეები) ნიადაგის კონტროლისას 5×5 მ და მეტი ზომის საცდელი ფართობები ეწყობა დაბინძურების წყაროებიდან სხვადასხვა დაშორებითა და შედარებით სუფთა ადგილას (კონტროლი). საკვლევი და საკონტროლო უბნების წერტილებიდან მიღებული ნიადაგის სინჯების მომზადება ანალიზისათვის ხდება ანალიზის ხასიათის შესაბამისად.

სატრანსპორტო მაგისტრალების ნიადაგის დაბინძურების შესწავლისას სინჯს იღებენ 200-500 მ სიგრძის გზისპირა ვიწრო ზოლიდან 0-10, 10-50, 50-100 მ-ის დაშორებით გზის პირიდან. შერეული სინჯი შედგება 0-10 სმ სიღრმეზე აღებული 20-25 წერტილოვანი ანუ სუბ-სინჯისაგან.

სოფლის მეურნეობის ტერიტორიების ნიადაგის შეფასებისას სინჯს იღებენ წელიწადში 2-ჯერ (გაზაფხული, შემოდგომა - 0,25 სმ სიღრმიდან) ყოველ 0-15 ჰა-ზე. რელიეფსა და მიწათსარგებლობის პირობებზე დამოკიდებულებით ეწყობა 100-200 მ² ზომის არანაკლებ 1 ფართობი.

ლითონების განსაზღვრისათვის ნიადაგის წერტილოვანი სინჯების ასაღებად არ შეიძლება ლითონის შემცველობის ხელსაწყოების გამოყენება. პესტიციდების განსაზღვრისათვის სინჯები არ იღება პოლიეთილენის ან პლასტმასის ჭურჭლით.

თუკი საჭიროა განისაზღვროს ნიადაგის სიღრმეში ქიმიური და ბაქტერიული გაჭუჭყიანების გავრცელება, მაშინ სინჯებს იღებენ ფენების მიხედვით 0,5 მ-ის დაშორებით 2 მ-მდე სიღრმით. ამ შემთხვევაში სინჯებს იღებენ სპეციალური ბურღის დახმარებით.



წერტილოვანი სინჯების ერთად შეგროვებით მიღებულ სინჯს გაერთიანებული სინჯი ეწოდება. გაერთიანებული სინჯები უნდა შეიფუთოს სუფთა პოლიეთილენის პაკეტებში, დაიხუროს, გაუკეთდეს ნიშანდებები, დარეგისტრირდეს სინჯის ადგილის ჟურნალში და დაინომროს. თითოეულ სინჯზე უნდა შედგეს თანმხლები ტალონი, რომელთან ერთად სინჯი ჩაიდება მეორე, გარეთა პაკეტში, რაც უზრუნველყოფს მთლიანობასა და უსაფრთხოებას მათი ტრანსპორტირებისას. დრო სინჯის ადგილიდან ანალიზის დაწყებამდე არ უნდა აღემატებოდეს ერთ დღე-ღამეს.



402



სინჯის ნომერი: _____

სინჯის აღების დრო: _____

ნაკვეთის ადგილმდებარეობა და დახასიათება: _____

ნაკვეთის ფართობი: _____

რელიეფი: _____

ობიექტები, რომლებიც აჭუჭყიანებენ წყაროს _____

ამინდი სინჯის აღების დროს: _____

სინჯის სახე: _____

სინჯის აღების სიღრმე _____

სინჯის რაოდენობა და წონა _____

ლაბორატორიაში წარსადგენ ყველა ნიმუშს თან ახლავს ეტიკეტი, რომელიც დამოწმებულ უნდა იქნეს ნიმუშის ამღები უფლებამოსილი პირის ხელმოწერითა და ბეჭდით, აგრეთვე დამსწრე პირთა ხელმოწერით. ლაბორატორიაში ნიმუშის წარდგენისას დგება მიღება-ჩაბარების აქტი.

სინჯის/ნიმუშის მიღება-ჩაბარების აქტი

სინჯის ჩამბარებელი -----
(გვარი, სახელი, სამსახური/თანამდებობა)

ლაბორატორიის დასახელება -----

სინჯის მიმღები -----
(გვარი, სახელი, სამსახური/თანამდებობა)

სინჯის დასახელება -----

სინჯის რაოდენობა -----

სინჯის აღების ადგილი და თარიღი, დრო -----

დამატებითი ინფორმაცია -----

სინჯის ლაბორატორიაში შემოსვლის თარიღი -----

ჩასატარებელი კვლევები -----

სინჯის ჩამბარებლის ხელმოწერა

სინჯის მიმღების ხელმოწერა



ნიადაგის გარკვეულ ნაწილს მაშინვე გამოიყენებენ ტენიანობის განსასაზღვრავად. სინჯის დანარჩენი ნაწილი მიდის მშრალი სინჯის მოსამზადებლად, რომელსაც იყენებენ მექანიკური შედგენილობის თუ სხვათა განსასაზღვრავად. ამ მიზნით ლაბორატორიაში სინჯი აირევა ფანერის ან კარდონის ქაღალდზე, თავისუფლდება გარეშე მინარევებისაგან, დაიყვანება ჰაერ-მშრალ მდგომარეობამდე (გადანაწილდება თხელ ფენად და შრება განზნეულ სინათლეზე კარგი ვენტილიაციის შენობაში), გაიცრება 1 მმ დიამეტრის მქომე საცერში, გულმოდგინედ აირევა და დაიყოფა ნაწილებად ანალიზის ჩატარებისათვის.



ცალკე რჩება საკონტროლო ნაწილი, თითოეული საანალიზო სინჯის დაახლოებით 200 გ, რომელიც ინახება მაცივარში 2 კვირის განმავლობაში განმეორებითი კონტროლის შემთხვევისათვის.

ქიმიური გამოკვლევისათვის ნიადაგის სინჯს ნაყავნ საწყაში, ცრიან საცერში დიამეტრით 0,25 მმ და ყრიან დახურულ საცობიან ქიმიურად სუფთა ქილაში.

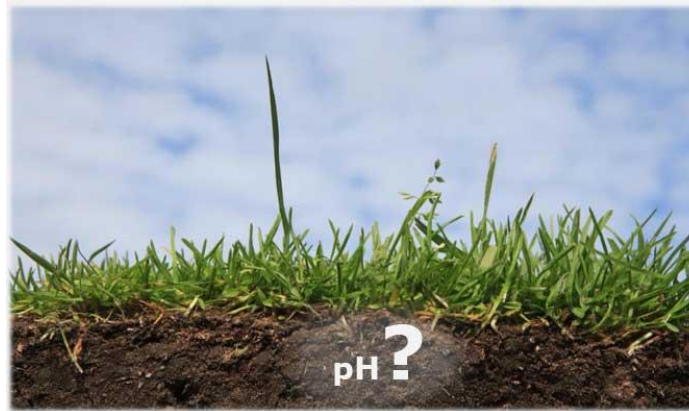


კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რა წინასწარი ზოგადი მოთხოვნები უნდა დავიცვათ ნიადაგის სინჯის აღებისათვის?
2. რაში მდგომარეობს სინჯის აღების კონვეტის მეთოდი?
3. რას წარმოადგენს ნიადაგის წერტილოვანი სინჯი და სუბ-სინჯი?
4. რას წარმოადგენს გაერთიანებული სინჯი?
5. რა აირაღებს ვიყენებთ ნიადაგის სინჯის ასაღებად?
6. აღწერეთ ნიადაგის სინჯის კვარტირების მეთოდი.
7. რა მონცემები აისახება სინჯის აღების თანდართულ ეტიკეტზე?
8. გამოიყენეთ ცხრ. და შევდგინეთ ნიადაგის სანიტარულ-ქიმიური ანალიზისათვის სინჯის აღების მოკლე გეგმა 125 მ² ფართობის ნაკვეთისათვის.



9.3. ნიადაგის წყალბადმაჩვენებლის (pH) განსაზღვრა



ნიადაგის მჟავიანობის განსაზღვრის მეთოდებს ყოფენ ორ ჯგუფად: 1) pH-ის განსაზღვრა კოლორიმეტრული მეთოდით და 2) pH-ის განსაზღვრა ელექტრომეტრული მეთოდით.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ანალიზური და ტექნიკური სასწორი, pH-მეტრი, ელ. სარეველა, პიპეტი ან დოზატორი, კონუსური კოლბები (250 მლ-იანი), მზომი კოლბები და ცილინდრები, ქიმიური ჭიქები, საცერი, უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდი, ფილტრის ქაღალდი,

1. სტანდარტ-ტიტრი (ფიქსანალი): 4,01; 6,86; 9,18;
2. კალიუმის ტუტის (KOH) 10 %-იანი ხსნარი: 10 გ კალიუმის ტუტე გავხსნათ 100 მლ-მდე დისტილირებულ წყალში;
3. მარილმჟავას (HCl) 10 %-იანი ხსნარი: 8,4 მლ კონც. მარილმჟავა ($\rho=1,19$ გ/სმ³) გავხსნათ 100 მლ-მდე დისტილირებული წყლით;
4. კალიუმის ქლორიდის (KCl) 1 N ხსნარი: 74,5 გ KCl გავხსნათ 1 ლ გამოხდილ წყალში.
5. ინდიკატორები: ფენოლფტალეინი, მეთილწარინჯი.

ანალიზისათვის გამოყენებული ყველა რეაქტივი უნდა იყოს ქიმიურად სუფთა (ქ.ს.) ან სუფთა ანალიზისათვის (ს.ა.), ან მომზადებული შესაბამისი ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის მიხედვით.

სინჯის აღება და მომზადება: ავიღოთ ჰაერზე გამომშრალი სინჯი, დავფხვნათ, გავცრათ 1-2 მმ-იან საცერში და შევინახოთ ყუთში ან პაკეტებში. ანალიზისათვის გადმოვყაროთ, ავურიოთ, გავშალოთ 1 სმ სისქემდე და ავიღოთ არა ნაკლებ ხუთი წერტილიდან 30 გ სინჯი.

I. ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება:

ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მოსამზადებლად ავიღოთ ჰაეროვანი მშრალი ნიადაგი, 30 გ ავწონოთ ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით (ანალიზისათვის დასაშვებია 25-30 გ სინჯის აღება), მოვათავსოთ კონუსურ კოლბაში და დავუმატოთ 150 მლ დისტილირებული წყალი (წონითი თანაფარდობა 1:5); კოლბას დავახუროთ თავსახური და ვანჯღრიოთ 3 წთ-ის განმავლობაში. დავაყოვნოთ 5 წთ დასაწდომად.



წყლიანი გამონაწვლილის pH-ის განსაზღვრა ელექტრომეტრული მეთოდით:

15-20 მლ ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის სუსპენზია ჩავასხათ ქიმიურ ჭიქაში და გავზომოთ მისი pH ელექტროდების ჩადებიდან 1,5 წთ-ის შემდეგ.

pH-მეტრის დაკალიბრება ხდება პერიოდულად ბუფერული ხსნარებით pH 4,01; 7,01; 9,18 ან 10,01. მუშაობის დროს კი ხელსაწყო პერიოდულად მოწმდება pH 6,86-ის ბუფერული ხსნარით.

II. ნიადაგის მარილოვანი გამონაწვლილის მომზადება:

ნიადაგის მარილოვანი გამონაწვლილის მოსამზადებლად ავიღოთ ჰაეროვანი მშრალი ნიადაგი, 30 გ ავ-წონით ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით, მოვათავსოთ კონუსურ კოლბაში და დავუმატოთ 75 მლ 1 N კალიუმის ქლორიდის (KCl) ხსნარი (KCl-ს უნდა შეესაბამებოდეს pH (5,6-6,0). საჭიროების შემთხვევაში მოვახდინოთ კალიუმის ტუტის ან მარილმჟავას დამატება). კოლბას დავახუროთ თავსახური და ვანჯღრიოთ 1 წთ-ის განმავლობაში.

ნიადაგის მარილოვანი გამონაწვლილის pH-ის განსაზღვრა ელექტრომეტრული მეთოდით:

15-20 მლ ნიადაგის მარილოვანი გამონაწვლილის სუსპენზია ჩავასხათ ჭიქაში და გავზომოთ მისი pH ელექტროდების ჩადებიდან 1 წთ-ის შემდეგ. pH-მეტრის მუშაობას პერიოდულად ვამოწმებთ pH 4,01 ბუფერული ხსნარით.

pH-ის განსაზღვრა კოლორიმეტრული მეთოდით ინდიკატორული ქაღალდის გამოყენებით:

კოლორიმეტრულ მეთოდს საფუძვლად უდევს ე.წ. ინდიკატორების თვისება, შეიცვალოს შეფერვა ხსნარის pH-ის მიხედვით. ყოველ ინდიკატორს გააჩნია მისთვის დამახასიათებელი pH-ის ზონები, რომელთა ფარგლებშიაც იგი ფერს იცვლის, მაგალითად, ფენოლფტალეინი ფერს უცვლის 8-10 pH-ის და მეთილნარინჯი 4,2-6,3 pH-ის ფარგლებში.

უნივერსალური ინდიკატორი წარმოადგენს სხვადასხვა ინდიკატორების ნარევს და იგი ფერს იცვლის 4-11 pH-ის ინტერვალში. წყალბადისა და ჰიდროქსილის იონების სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარში უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდის მოთავსება იწვევს ხსნარის სხვადასხვა ფერად შეფერვას, ტუტე არეში ლურჯად და მჟავე არეში ვარდისფრად.

მჟავიანობისა და ტუტეანობის განსაზღვრისათვის ავიღოთ 20 გ ნიადაგი. მოვათავსოთ კოლბაში, დავუმატოთ 100 მლ გამოხდილი წყალი (წონითი თანაფარდობა 1:5); კოლბას დავახუროთ თავსახური, ვანჯღრიოთ 3 წთ-ის განმავლობაში და მოვახდინოთ ფილტრირება ფილტრის ქაღალდით, რომელიც წინასწარ ცხე-



ლი წყლით ჩავრევხით. ფილტრის ქაღალდი უნდა მოვათავსოთ ძაბრის ზედაპირიდან 0,5-1 სმ-ის ქვემოთ. საანალიზო კოლბას პერიოდულად ვვურიოთ, რათა ფილტრზე გადავიდეს ნიადაგი.



ფილტრატის პირველი პორცია (≈ 10 მლ) გადავღვართ და ამის შემდეგ დავიწყით ფილტრატის შეგროვება. ფილტრატის პირველი პორცია მღვრია. იმის შემდეგ, როცა ფილტრატი გამჭვირვალე გახდება, ფილტრატის ძაბრის ქვეშ დავდგათ ახალი კოლბა, ხოლო მღვრე ფილტრატი დავასხათ იგივე ფილტრზე. მიღებული გამჭვირვალე ფილტრატი წარმოადგენს წყლიან გამოწვლილს და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ქიმიური გამოკვლევებისათვის.

გაფილტვრის შედეგად მიღებულ გამჭვირვალე სითხიდან ავიღოთ 2-3 მლ ფილტრატი და მოვათავსოთ ფაიფურის ჯამზე, რომელსაც დავუმატოთ 2-3 წვეთი ინდიკატორის ხსნარი ან მოვათავსოთ მასში უნივერსალური ინდიკატორის ქაღალდი და მინის წკირით ავურიოთ. ხსნარი შეიღებება მჟავიანობის შემთხვევაში ვარდისფრად და ტუტეიანობის შემთხვევაში ლურჯად. მიღებული შეფერვა შევადაროთ სანიმუშო სკალას, რომელზედაც აღნიშნულია ფერი და ცალკეული ფერის შესაბამისი pH-ის მაჩვენებელი.



ხშირად საკვლევი ხსნარის შეფერვა არ ემთხვევა სკალაზე მოთავსებულ pH-ის შეფერვას. ამ შემთხვევაში იღებენ საშუალო არითმეტიკულს მინიმუმსა და მაქსიმუმ შეფერვათა შორის.

უნივერსალური ინდიკატორი საშუალებას იძლევა 0,25-0,5 სიზუსტით განისაზღვროს ნიადაგის ხსნარის კონცენტრაცია pH 4-11 ინტერვალში. როცა pH 7-ის ტოლია ხსნარი ნეიტრალურია, როცა 7-ზე მეტია ხსნარი ტუტეა და როცა 7-ზე ნაკლებია, ხსნარის რეაქცია მჟავაა.

ფარდობითი ცდომილება შეადგენს: 20 %-ს ($0,1 \div 0,3$) % მყარი ნარჩენის მასური წილის დროს; 7,5 %-ს ($0,3 \div 1$) %-ის დროს და 5%-ს 1% მყარი ნარჩენის მასური წილის დროს.



ნიადაგის კლასიფიკაცია მჟავიანობის აქტუალურობის დონის მიხედვით:

ძლიერმჟავა	pH 3-4	სუსტი ტუტე	pH 7-8
მჟავა	pH 4-5	ტუტე	pH 8-9
სუსტიმჟავა	pH 5-6	ძლიერტუტე	pH 9-11
ნეიტრალური	pH 7		

ნიადაგის pH-ის ოპტიმალური მნიშვნელობა ზოგიერთი მცენარეებისათვის:

დასახელება	pH	დასახელება	pH
შვრია	5,0-7,7	ჩაი	4,8-6,2
საზამთრო ჭვავი	5,5-7,5	კარტოფილი	5,0-5,5
საგაზაფულო ხორბალი	6,0-7,5	შაქრის ჭარხალი	7,0-7,5
საზამთრო ხორბალი	6,3-7,6	ლიუცერა	7,0-8,0
ქერი	6,8-7,5	სამყურა	6,0-7,0
სიმინდი	6,0-7,0	ტიმოთელა	5,6 და მეტი
ფეტვი	5,5-7,5	კომბოსტო	6,7-7,4
წიწიბურა	4,7-7,5	მაგიდის ჭარხალი	6,8-7,5
გაროხი	6,0-7,0	პომიდორი	6,3-6,7
სოიო	6,5-7,1	ბოლოკი, თაღგამი	5,5 და მეტი
მდოგვი	7	სტაფილო	5,5-7,0
სელი	5,9-6,5	კიტრი	6,0-7,9
მზესუმზირა	6,0-6,8	სალათა	6,0-7,0
კანაფი	7,1-7,4	ბამბა	6,5-9,0

ქალაქის ნიადაგის თვისებების ოპტიმალური მაჩვენებლები pH-ის მიხედვით:

დასახელება	ბუნებრივი-რეკრეაციული ზონა	საწარმოო ზონა
	გამონაწვლილის pH	
პარკები, ტყეპარკები	5,5-6,5	
სკვერები, ბულვარები	5,5-7,5	
გაზონები	6,5-8,0	6,5-8,0
სკვერები, ბულვარები, ხეივანები		5,5-8,0

მიღებული გამონაწვლილის pH-ის შედეგები შეიტანეთ ცხრილ 3.10-ში, შეადარეთ მჟავიანობის აქტუალურობის დონეს და შეაფასეთ საკვლევი ნაკვეთის მდგომარეობა.



სინჯის №	სინჯის აღების ადგილი	pH-მეტრით		უნივერსალური ინდიკატორით	
		წყლის გამონაწვლილი	მარილოვანი გამონაწვლილი	წყლის გამონაწვლილი	მარილოვანი გამონაწვლილი
1.					
2.					
3.					

ჩამოაყალიბეთ შესაბამისი დასკვნები.

ჩატარებული სამუშაო აღწერეთ ლაბორატორიული ოქმის სახით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რა არის ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილი?
2. როგორ ხდება წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება?
3. რა არის ნიადაგის მარილოვანი გამონაწვლილი?
4. როგორ ხდება მარილოვანი გამონაწვლილის მომზადება?
5. ნიადაგის pH-ის განსაზღვრისათვის როგორ ხდება ფილტრატის მიღება?
6. როგორ შეიფერება ფილტრატი მჟავიანობის შემთხვევაში და როგორ ტუტეიანობის შემთხვევაში?
7. შეადგინეთ მოკლე სამოქმედო გეგმა ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის დასამზადებლად.
8. შეადგინეთ მოკლე სამოქმედო გეგმა უნივერსალური ინდიკატორით ნიადაგის pH-ის განსაზღვრისათვის.



9.4. ნიადაგის ნაყოფიერების დონის შეფასება

ნიადაგის ნაყოფიერება სასოფლო-სამეურნეო წარმოების უმნიშვნელოვანესი პირობაა. იგი განსაზღვრავს სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობის 50-60%-ს.

მაღალნაყოფიერი ნიადაგი, გარდა ადამიანთა სურსათით გამოკვებისა, უზრუნველყოფს სიცოცხლის შენარჩუნებას დედამიწაზე, განაპირობებს რა სუფთა ჰაერის, სუფთა წყლის და სუფთა საკვების არსებობას.

ნიადაგების დაცვისა და არსებული მდგომარეობის მონიტორინგის მიზნით საქართველოში მოქმედებს „ნიადაგის ნაყოფიერების დონის განსაზღვრის“ და „ნიადაგის კონსერვაციისა და ნაყოფიერების მონიტორინგის“ ტექნიკური რეგლამენტი. მისი მიზანია ხელი შეუწყოს სასოფლო-სამეურნეო მიწების რაციონალურ გამოყენებას და სასოფლო-სამეურნეო წარმოებისათვის სწორი რეკომენდაციების შემუშავებას.

ნიადაგების ნაყოფიერების დასადგენად მიმართავენ საველე და ლაბორატორიული გამოკვლევებს.

ნაყოფიერების დონის შეფასების მაჩვენებლებია:

1. რელიეფი (შეფასება ხდება 1-დან 5 ქულამდე);
2. მცენარეული საფარი (შეფასება ხდება 1-დან 5 ქულამდე);
3. მექანიკური შედგენილობა (შეფასება ხდება 1-დან 10 ქულამდე);
4. სტრუქტურა (შეფასება ხდება 1-დან 5 ქულამდე);
5. შთანთქმული ფუძეები (შეფასება ხდება 1-დან 5 ქულამდე);
6. ჰუმუსი (შეფასება ხდება 1-დან 30 ქულამდე);
7. საერთო აზოტი (შეფასება ხდება 1-დან 15 ქულამდე);
8. საერთო ფოსფორი (შეფასება ხდება 1-დან 10 ქულამდე);
9. საერთო კალიუმი (შეფასება ხდება 1-დან 10 ქულამდე);
10. ნიადაგის არის რეაქცია (pH) (შეფასება ხდება 1-დან 5 ქულამდე).

შესაბამისად, ამ მაჩვენებლების მაქსიმალური ქულების ჯამი შეადგენს 100-ს. აღნიშნული ქულების მიხედვით განისაზღვრება ნიადაგის ნაყოფიერება და დადგინდება მისი დონეები: მაღალნაყოფიერი, ნაყოფიერი, საშუალო ნაყოფიერი, დაბალნაყოფიერი, უნაყოფო, მწირი.

მაღალნაყოფიერი - 81-100 ქულა;

ნაყოფიერი - 71-81 ქულა;

საშუალო ნაყოფიერი - 61-71 ქულა;

დაბალი ნაყოფიერების - 41-61 ქულა;

უნაყოფო - 21-41 ქულა;

მწირი - 20-ზე ქვევით.

ამრიგად, ნიადაგების კონსერვაციისა და ნაყოფიერების აღდგენა-გაუმჯობესების ღონისძიებებში უპირველესი ადგილი უჭირავს ნიადაგების გამოკვლევას და მათი ხარისხობრივი მაჩვენებლების შესწავლას.

ნიადაგის ნაყოფიერების დასადგენად ნიადაგის ნიმუშებში ტარდება შემდეგი ანალიზები:

- მექანიკური შედგენილობა;

ნიადაგის ნაყოფიერება

ნიადაგის უმთავრესი და არსებითი თვისება, რომელიც განასხვავებს მას დედაქანისაგან და რომელიც გულისხმობს სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა მოსავლიანობის უზრუნველ-მყოფი თვისებების ერთობლიობას



- სტრუქტურა;
- შთანთქმული ფუძეები;
- კარბონატულობა;
- pH;
- მჟავიანობა;
- ჰუმუსი;
- ჰიდროფიზიკური თვისებები: მოცულობითი წონა, ხვედრითი წონა, წყალგამტარობა, საველე ზღვრული ტენტივადობა;
- საკვები ელემენტების საერთო და შესათვისებელი ფორმები: აზოტი, ფოსფორი, კალიუმი.

განვიხილოთ აღნიშნული მაჩვენებლების განსაზღვრის ხერხები.

9.4.1. ნიადაგის ფიზიკური შედგენილობის განსაზღვრა

ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრა: ნიადაგის მაგარ ნაწილს, რომელიც სხვადასხვა ზომის ნაწილაკებისაგან შედგება ნიადაგის მექანიკურ შემადგენლობას უწოდებენ. იგი შეიძლება იყოს სხვადასხვა ზომის ნაწილაკები, ის გავლენას ახდენს ნიადაგის ფიზიკურ, ქიმიურ თვისებებზე, სტრუქტურაზე და ა.შ.

ცნობილია, რომ ნიადაგის მექანიკურ შედგენილობაზე დიდადაა დამოკიდებული შთანთქმითი უნარიანობა, ქიმიური შედგენილობა, წყლისა და ჰაერის რეჟიმი. ყოველ ნიადაგში გვხვდება სხვადასხვა ფრაქციის ნიადაგის ნაწილაკები. არ მოიპოვება ისეთი ნიადაგი, რომელიც ერთ რომელიმე ფრაქციას შეიცავდეს. ნიადაგებს ერთმანეთისაგან განასხვავებენ მექანიკური ანუ გრანულომეტრული შედგენილობით, ე.ი. თიხისა და სილის ფრაქციების შედგენილობის მიხედვით.

ნიადაგის ყველა ის ნაწილაკი, რომელთა დიამეტრი 1 მმ-ზე მეტია, ხირხატს წარმოადგენს, 1 მმ-ზე ნაკლები ნაწილაკები წვრილ მიწას, ხოლო 0,01 მმ ნაწილაკებიანი ფიზიკურ თიხას.

პრაქტიკაში ხელმძღვანელობენ შემდეგი გრადაციით: **1.** თიხიანი ნიადაგი, როცა ერთ წილ თიხაზე 1-2 წილი ქვიშა მოდის; **2.** მძიმე თიხნარი, როცა ერთ წილ თიხაზე 3 წილი ქვიშა მოდის; **3.** საშუალო თიხნარი, როცა ერთ წილ თიხაზე 4 წილი ქვიშა მოდის; **4.** მსუბუქი თიხნარია, როცა 5-6 წილი ქვიშა მოდის; **5.** ქვიშნარი ნიადაგი, როცა 7-10 წილი ქვიშა მოდის და **6.** ქვიშიანი ნიადაგი, როცა ერთ წილ თიხაზე 15-50 წილი ქვიშა მოდის.

ცხრილი 9.10

ნიადაგის კლასიფიკაცია მექანიკური შემადგენლობის - ფიზიკური თიხისა და ქვიშის შემცველობის მიხედვით

№	ნიადაგის სახელწოდება მექანიკური შემადგენლობის მიხედვით	ფიზიკური თიხის შემცველობა (ნაწილაკები 0,01 მმ), %	ფიზიკური ქვიშის შემცველობა (ნაწილაკები 0,01 მმ), %
1.	ფხვიერი ქვიშიანი	0÷5	100÷95
2.	ქვიშიანი	5÷10	95÷90
3.	ქვიშნარი	10÷20	90÷80
4.	მსუბუქი თიხნარი	20÷30	80÷70
5.	საშუალო თიხნარი	30÷45	70÷55
6.	მძიმე თიხნარი	46÷60	55÷40



7.	მსუბუქი თიხიანი	60÷75	40÷25
8.	საშუალო თიხიანი	75÷85	25÷15
9.	მძიმე თიხიანი	85	15

ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრა დაიყვანება ნიადაგის შემადგენელი ნაწილაკების სიდიდის მიხედვით ჯგუფებად დაყოფაზე. ამ ჯგუფების რაოდენობრივი შემცველობა, გამოსახული პროცენტებით ნიადაგის ალბულო მასასთან, წარმოადგენს საკვლევი ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობის მახასიათებელს.

ნიადაგისმექანიკური შემცველობის განსაზღვრა საშუალებას იძლევა ვიმსჯელოთ ნიადაგში ჰაერის შეღწევადობის ხარისხის შესახებ.

მსხვილმარცვლოვან ნიადაგში თვითგასუფთავების პროცესი უფრო ენერგიულად მიმდინარეობს ჟანგბადის უხვი ნაკადის პირობებში, რომელიც საჭიროა ნიადაგში შემავალი ორგანული ნივთიერებების ჟანგვისათვის.

საჭირო მასალები და მოწყობილობები: საცრების ნაკრები, ანალიზური და ტექნიკური სასწორი, პინცეტი, ნიადაგის მექანიკური ელემენტთა კოლექცია, როდინი.



სამუშაოს მსვლელობა: ნიადაგის მექანიკური შემადგენლობა ორიენტირებულად ისაზღვრება კნოპის საცრების საშუალებით. ზედა საცერზე დაყვარით მშრალი ფხვიერი ნიადაგის 200-300 გ და გავცრათ. ნიადაგის ნაწილაკები განაწილდებიან საცრების ნასვრეტების დიამეტრის მიხედვით. საცრებზე № 1, 2, 3 გროვდებიან ნიადაგის ნაწილაკები ზომით 10, 5, 3 მმ (მაგ.კენჭები), საცრებზე № 4, 5 – ნიადაგის ნაწილაკები ზომით 1÷3 მმ (მსხვილი ქვიშა), საცრებზე № 6, 7 – საშუალო ქვიშა ნაწილაკები დიამეტრით 0,25÷1 მმ და ნაკრების ძირში – ნაწილაკები დიამეტრით <0,25 მმ (წვრილი ქვიშა, მტვერი და თიხის ნაწილაკები).

თითოეული საცრისა და ძირში დარჩენილი მასის აწონვის შემდეგ გამოვთვალოთ ნიადაგის ნაწილაკების თითოეული ჯგუფის შემცველობა პროცენტებში.

ცხრილი 9.11

საცრის №	ნაწილაკების დიამეტრი, მმ	შემცველობა, %
1, 2, 3	მეტია 3	
4, 5	1-3	
6, 7	0,25-1	
ნაშთი	ნაკლები 0,25	

ნიადაგში წვრილი ფრაქციების მნიშვნელოვანი შემცველობის დროს (ძირითადად ნაწილაკები 0,1 მმ-ზე ნაკლები დიამეტრით) იქმნება დიდი წინაღობა, ნიადაგი ცუდად აერირდება, ძნელად გასცემს წყალს და ა.შ.



პირიქით, მსხვილმარცვლოვანი ფრაქციის ნიადაგში ფილტრაცია კარგად მიმდინარეობს, ნიადაგი კარგად აერირდება და თვითგასუფთავების პროცესი ინტენსიურად მიმდინარეობს.

ნიადაგის ფილტრაციის უნარის განსაზღვრა. ამოვთხაროთ ნიადაგის სვეტი ზომით 0,3x0,3 მ და სიღრმით 0,15 მ. თხრილი სწრაფად, ერთდროულად გავავსოთ წყლით (12,5 ლ) და წამოზომით ავითვალოთ მისი შეწოვის დრო.

ფილტრირების უნარი და გრუნტის სახე დავადგინოთ წყლის შეწოვის დროის მიხედვით შემდეგი ცხრილის მონაცემებით:

ცხრილი 9.12

ფილტრაციული უნარის შეფასება დროის მიხედვით

წყლის შეწოვის დრო, წმ	ფილტრაციის უნარი
18- მდე	მაღალი
18-30	საშუალო
30-180	დაბალი და დასაშვები სახნავი მიწების მოწყობისათვის
180-ზე მეტი	უმნიშვნელო და დასაშვები სახნავი მიწების მოწყობისათვის

ნიადაგის წყალგამტარობის განსაზღვრა. მიწის 35 სმ სიმაღლის მილს, რომლის დიამეტრი არის 3-4 სმ, ქვედა მხრიდან დავამაგროთ ფილტრის ქაღალდის რგოლი. მილზე ფანქრით 20 და 24 სმ სიმაღლეზე გავაკეთოთ ნიშნული.

მილი ძაბრის საშუალებით გავავსოთ ახლადღებული ნიადაგით 20 სმ სიმაღლეზე და ჩაყრილი ნიადაგის შესამჭიდროვებლად მილზე დავაკაკუნოთ რაიმე რბილი საგნით. მილი სინჯთან ერთად დავამაგროთ შტატივზე, ქვედა ბოლო კი მოვათავსოთ შტატივის რგოლზე დამაგრებულ ძაბრზე, რომლის ქვეშ დადგმულია საზომი ცილინდრი.

ნიადაგზე ფრთხილად დავასხათ წყალი ისე, რომ მილში ნიადაგის ზედაპირზე წყალი დადგეს 4 სმ სიმაღლეზე. წყლის სიმაღლე მილში მუდმივად შევინარჩუნოთ 24 სმ სიმაღლეზე და დავაკვირდეთ ნიადაგის ფენიდან გამოსული პირველი წვეთის გაჩენას. აღვნიშნოთ დრო, რომლის განმავლობაშიც წყალი გაივლის 20 სმ სისქის მშრალი ნიადაგის ფენაში.

ნიადაგის წყალგამტარობა გამოისახება დროით, რომელიც აუცილებელია წყლის გავლისათვის 20 სმ სისქის მშრალი ნიადაგის ფენაში, როცა წყლის ფენის სიმაღლე არის 4 სმ.

მექანიკური შედგენილობის, ფილტრაციის უნარისა და წყალგამტარიანობის მიღებული მაჩვენებლების შედეგები შეიტანეთ ცხრილში და შეაფასეთ საკვლევი ნაკვეთის მდგომარეობა:

ცხრილი 9.13

სინჯის №	მექანიკური შედგენილობა, %	ფილტრაციის უნარი	წყალგამტარობა, წთ
1.			
2.			
3.			

ჩამოაყალიბეთ შესაბამისი დასკვნები.

ჩატარებულ სამუშაო აღწერეთ ლაბორატორიული ოქმის სახით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. ჩამოთვალეთ ნიადაგის ნაყოფიერების დონის შეფასების მაჩვენებლები
2. რამდენია ნიადაგის ნაყოფიერების დონის შეფასების მაჩვენებლების მაქსიმალური ქულა?
3. ჩამოთვალეთ ნიადაგის ნიმუშების რა ანალიზები ტარდება ნიადაგის ნაყოფიერების დასადგენად
4. რას ეწოდება მექანიკური შედგენილობა და რაზე დაიყვანება მისი განსაზღვრა?
5. ნიადაგის რა თვისებებზე ახდენს ზეგავლენას ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა?
6. რა გრადიაციით ხელმძღვანელობენ პრაქტიკაში მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრისას?
7. რა მასალები და ხელსაწყოებია საჭირო ნიადაგის მექანიკური შედგენილობის განსაზღვრისათვის?
8. როგორი საცრებით ისაზღვრება ნიადაგის მექანიკური შედგენილობა?
9. როგორ მიმდინარეობს ნიადაგის ფილტრაციის უნარის განსაზღვრა?
10. აღწერეთ ნიადაგის წყალგამტარიანობის განსაზღვრის პროცესი.



9.4.2. ნიადაგის ტენიანობის, შემადგენლობისა და სტრუქტურის, განსაზღვრა. ნიადაგის ნაყოფიერობის განსაზღვრა ფერის მიხედვით

ტენიანობის განსაზღვრა. ეკოლოგიური თვალსაზრისით ნიადაგის ტენიანობას მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია, რადგან ისევე როგორც სხვა დანარჩენ აბიოტურ ფაქტორებს, მას დიდი მნიშვნელობა აქვს მას ცოცხალი ორგანიზმის არსებობისათვის. სხვადასხვა დროს და სხვადასხვა ტიპის ნიადაგებში ტენის შემცველობა განსხვავებულია, ამიტომ ხდება სხვადასხვა ორგანიზმების ნორმალური ზრდა-განვითარებისათვის განსაზღვრული იქნას ნიადაგში ტენის შემცველობა.

მეთოდის არსი მდგომარეობს ნიადაგის გამოშრობისას დაკარგული ტენის პროცენტულ განსაზღვრაში.

მეთოდის ჯამური ფარდობითი ცდომილება პროცენტულად შეადგენს 7-ს, როცა ნიადაგის ტენიანობა არის 10 %-მდე და 5-ს, როცა ტენიანობა 10 %-ზე მაღალია.

სინჯის აღება და მომზადება: მოცემული ფართობიდან ავიღოთ სინჯი 5 წერტილზე კონვერტის მეთოდით დიაგონალების მიხედვით 0-20 სმ სიღრმიდან, ერთმანეთში სწრაფად ავურიოთ. მაღალჰუმუსური თიხიანი ნიადაგებისათვის მაღალი ტენიანობის დროს საკმარისია 15-20 გ, ხოლო მშრალი და ღარიბი ნიადაგებისათვის 15-50 გ (რაც უფრო დაბალია ტენიანობა, მით მეტია სინჯია საჭირო).

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ლაბორატორიული სასწორი, საშრობი კარადა, მაშა, ასაღები, თავსახურიანი ჭიქები ან ბიუქსები, ექსიკატორი, ქიმიური ჭიქები, საათის მინა, კალციუმის ქლორიდი ექსიკატორისათვის.

სამუშაოს მსვლელობა:

ახლადაღებული ნიადაგი მოვათავსოთ მინის თავსახურიან აწონილ ბიუქსში, რომელიც წინასწარაა გამომშრალი (105 ± 2)°C-ზე 1 სთ და აწონილია 0,01 გ სიზუსტით. დავახუროთ თავსახური და ავწონოთ ანალიზურ სასწორზე. შემდეგ თავსახური მოვხადოთ და ვერტიკალურად დავდოთ თავზე და ისე შევდოთ საშრობ კარადაში 105°C -ზე 5 სთ, ქვიშიანი ნიადაგები 3 სთ, ხოლო გიფსირებული ნიადაგები 8 სთ (80 ± 2)°C-ზე. შემდეგ მაშის დახმარებით დავახუროთ თავი და ისე გამოვიღოთ საშრობი კარადიდან და 15-20 წთ გასაცივებლად მოვათავსოთ ექსიკატორში. გაცივების შემდეგ თავდახურული ავწონოთ იგივე სიზუსტით და თავმოხდილი ისევ მოვათავსოთ განმეორებითი შრობისათვის 1 სთ-ის განმავლობაში ქვიშიანი ნიადაგისათვის, ხოლო დანარჩენებისათვის 2 სთ იმავე ტემპერატურაზე, გასაცივებლად კვლავ მოვათავსოთ ექსიკატორში.

გაცივების შემდეგ ბიუქსი იგივე სიზუსტით ავწონოთ. ნიმუშის ამგვარი შრობა მანამდე გავაგრძელოთ, ვიდრე მუდმივ წონას არ მივიღებთ ან ორი უკანასკნელი წონითი მაჩვენებლის სხვაობა არ იქნება 0,01 გ. წინააღმდეგ შემთხვევაში შრობა კვლავ გავაგრძელოთ.

თუ გაზომვა ტარდება გამოშრობიდან 30 წთ-ის განმავლობაში, მაშინ შეიძლება სინჯი გავაცივოთ ჰაერზე ღია თავსახურით ექსიკატორის გარეშე. იმ შემთხვევაში, როდესაც ორი უკანასკნელი წონითი მონაცემები ერთმანეთს დაემთხვევა, გამოშრობა დამთავრებულად ჩაითვლება.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: ნიადაგის ტენიანობა W (%) გამოითვლება ფორმულით:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m} \cdot 100$$

სადაც:

m_1 – არის ბიუქსიანი (თავსახურით) ტენიანი ნიადაგის წონა, გ;

m_2 – ბიუქსიანი (თავსახურით) გამომშრალი ნიადაგის წონა, გ;

m – ცარიელი ბიუქსის წონა თავსახურით, გ.



ზუსტი შედეგების მისაღებად რეკომენდებულია ჩატარდეს პარალელური ცდის ანალიზი. საბოლოო მნიშვნელობა აიღება ორივე მაჩვენებლის საშუალო არითმეტიკულის მიხედვით:

$$X_{საშ} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

სადაც, X_1 –არის პირველი ანალიზის შედეგი, მგ/ლ;

X_2 –მეორე ანალიზის შედეგი, მგ/ლ.

ცხრილი 9.14

სინჯის №	სინჯის აღების ადგილი	ნიადაგის სტრუქტურა (ფხვიერი, კომპოვანი, კაკლოვანი, მარცვლო-ვანი და სხვა)	ნიადაგის შემადგენლობა (სილის, ქვიშის, თიხის, ქვის, უცხო არსებობა)	ნიადაგის ტენიანობა			
				m ₁ გ	m ₂ გ	m, გ	W%
1.							
2.							
3.							

გამოთვლები ტარდება 0,01 სიზუსტით. დასაშვები ცდომილება განმეორებითი ანალიზისას შეადგენს 10-ს, თუ ნიადაგის ტენიანობა არის 10 %-მდე და 3-ს, როცა ნიადაგის ტენიანობა აღემატება 10 %-ს.

ნიადაგის სტრუქტურის, შემადგენლობისა და ტენიანობის მნიშვნელობები შევიტანოთ ცხრილ 3.15-ში და შევაფასოთ საკვლევი ნაკვეთის მდგომარეობა.

ნაყოფიერობის შეფასება ფერის მიხედვით. ნიადაგი ჰუმუსისა და ფერის მიხედვით პირობითად შეიძლება დაიყოს ნაყოფიერების შემდეგ კატეგორიებად:

ცხრილი 9.15

ნიადაგის შეფერილობა	ჰუმუსის შემცველობა, %	კატეგორიები
ძალიან შავი	1015	მაღალჰუმუსური, ძალიან ნაყოფიერი
შავი	710	ჰუმუსური, ნაყოფიერი
მუქი-ნაცრისფერი	47	საშუალოჰუმუსური, საშუალონაყოფიერი
ნაცრისფერი	24	მცირეჰუმუსური, საშუალონაყოფიერი
ღია-ნაცრისფერი	12	მცირეჰუმუსური, მცირენაყოფიერი
მოთეთრო	0,51	ძალიან მცირე ჰუმუსური, ძალიან მცირე ნაყოფიერი

ჩამოაყალიბეთ შესაბამისი დასკვნები.

ნიადაგის ნიმუშის ტენიანობა: W= ----- %;

შემადგენლობა (-----);

სტრუქტურა (-----);

ნაყოფიერება (-----);

ტიპი (-----);

ნიადაგის შესწავლილი ნიმუში

შესაფერისია (უვარგისია) _____ მიზნებისათვის.

ჩატარებული სამუშაო აღწერეთ **ლაბორატორიული ოქმის** სახით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. ტენიანობის განსაზღვრისათვის როგორ ხდება სინჯის აღება და რა მეთოდი გამოიყენება?
2. ტენიანობის განსაზღვრისათვის რა რაოდენობის სინჯია საჭირო ანალიზისათვის?
3. რამდენ გრადუსზე და რამდენ ხანს ათავსებენ ბიუქს საშრობში?
4. რატომაა საჭირო სინჯიანი ბიუქსის აწონვისას თავზე დახურვა, ხოლო საშრობ კარადაში მოხსნა?
5. როგორია ტენიანობის გამოსათვლელი ფორმულა და რა განზომილებაში იზომება იგი?
6. რა პარამეტრებით ფასდება სტრუქტურა?
7. ჰუმუსისა და ფერის მიხედვით ნიადაგი პირობითად როგორ შეიძლება დაიყოს ნაყოფიერების კატეგორიებად?



9.5. ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება, ფილტრირება და მასში მყარი ნარჩენების განსაზღვრა

მეთოდის არსი მდგომარეობს ნიადაგიდან გახსნილი მარილების ამოკრებაში, რისთვისაც ჯერ ახდენენ წყლიანი გამონაწვლილის (წონითი თანაფარდობით 1:5) მომზადებას დისტილირებული წყლით და შემდგომ ამ გამონაწვლილში მყარი ნარჩენების განსაზღვრას.

მეთოდის ჯამური ფარდობითი ცდომილება პროცენტულად შეადგენს 20-ს, როცა მყარი ნარჩენების მასური წილი არის $(0,1 \pm 0,3) \%$, 7,5-ს - $(0,3 \pm 1) \%$ -ის დროს და 5-ს - როცა მასური წილი 1 %-ზე მეტია.

სინჯის აღება და მომზადება: ავიღოთ ჰაერზე გამომშრალი სინჯი, დავფხვნათ, გავცრათ 1-2 მმ-იან საცერში და შევინახოთ ყუთში ან პაკეტებში. ანალიზისათვის გადმოვყაროთ, ავურიოთ, გავშალოთ 1 სმ სისქემდე და ავიღოთ არა ნაკლებ ხუთი წერტილიდან 30 გ სინჯი.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ლაბორატორიული და ტექნიკური სასწორი, ბიუქსები, ექსიკატორი, მუფელის ღუმელი, საცერი, ელ. სარეველა, კონუსური კოლბები (250 მლ-იანი), მზომი ცილინდრები, მინის ძაბრები, პიპეტები ან დოზატორი, ფაიფურის ჯამები, ქიმიური ჭიქები, უნაცრო ფილტრის ქაღალდი (TY).

ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება:

ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადებლად ავიღოთ ჰაეროვანი მშრალი ნიადაგი, 30 გ ავწონოთ ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით (ანალიზისათვის დასაშვებია 25-30 გ სინჯის აღება), მოვათავსოთ კონუსურ კოლბაში და დავუმატოთ 150 მლ დისტილირებული წყალი (წონითი თანაფარდობა 1:5); კოლბას დავახუროთ თავსახური, ვანჯღრიოთ 3 წთ-ის განმავლობაში და მოვახდინოთ ფილტრირება ფილტრის ქაღალდით, რომელიც წინასწარ ცხელი წყლით ჩავრეცხოთ. ფილტრის ქაღალდი უნდა მოვათავსოთ ძაბრის ზედაპირიდან 0,5-1 სმ-ის ქვემოთ. საანალიზო კოლბა შევანჯღრიოთ, რათა ფილტრზე გადავიდეს ნიადაგი.

ფილტრატის პირველი პორცია ≈ 10 მლ გადავღვაროთ და ამის შემდეგ დავიწყოთ ფილტრატის შეგროვება. ფილტრატის პირველი პორციები მღვრია. იმის შემდეგ, როცა ფილტრატი გამჭვირვალე გახდება, ძაბრის ქვეშ დავდგათ ახალი კოლბა, ხოლო მღვრიე ფილტრატი ისევ დავასხათ იგივე ფილტრზე. მიღებული გამჭვირვალე ფილტრატი წარმოადგენს წყლიან გამონაწვლილს და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ქიმიური გამოკვლევებისათვის.

წყლიანი გამონაწვლილის მყარი ნარჩენის განსაზღვრა:

ავიღოთ პიპეტით ან დოზატორით 25 მლ ფილტრატი, მოვათავსოთ 0,001 გ სიზუსტით აწონილ ფაიფურის ჯამზე და ავაორთქლოთ წყლის აბაზანაზე ფილტრატის სრულ ამოშრობამდე. შემდეგ მშრალი ნაშთი შევდოთ საშრობში 3 საათი 105°C ტემპერატურაზე, გავაცივოთ ექსიკატორში და ავწონოთ მუდმივ წონამდე დაყვანამდე.

იმისათვის რათა მშრალ ნაშთს მოვაცილოთ გახსნილი ორგანული ნივთიერებები, გამოვწვათ ნიმუშიანი ფაიფურის ჯამი მუფელში 600°C ტემპერატურაზე 10-15 წთ. თუ დანაცრება არ წარმოიშვა, მაშინ ჯამს მოვაგლოთ რამოდენიმე წვეთი დისტილირებული წყალი და ისევ გამოვწვათ.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: საანალიზო ნიადაგში წყლიანი გამონაწვლილის მყარი ნარჩენის მასური წილი X (%) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{(m - m_1) \cdot 500}{25}$$

სადაც, m – არის ნარჩენიანი ფაიფურის ჯამის მასა, გ;



m_1 –ცარიელი ჯამის მასა, გ;

500 –%-ზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი;

25 –სინჯის გამონაწვლილის მოცულობა, მლ.

ზუსტი შედეგების მისაღებად რეკომენდებულია ჩატარდეს პარალელური ცდის ანალიზი. საბოლოო მნიშვნელობა აიღება ორივე მაჩვენებლის საშუალო არითმეტიკულის მიხედვით:

$$X_{\text{საშ}} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

სადაც, X_1 –არის პირველი ანალიზის შედეგი, მგ/ლ;

X_2 –მეორე ანალიზის შედეგი, მგ/ლ.

დასაშვები ცდომილება განმეორებითი ანალიზისას პროცენტულად შეადგენს 30-ს, როცა მყარი ნარჩენების მასური წილი შეადგენს $(0,1 \div 0,3)$ %-ს, 10-ს - როცა $(0,3 \div 1,0)$ ზღვრებშია და 7-ს, როცა მასური წილი 1 %-ზე მეტია.

ნიადაგის წყლიან გამონაწვლილში გამოთვლილი მყარი ნარჩენების მნიშვნელობები შეიტანეთ ცხრილში და შეაფასეთ საკვლევი ნაკვეთის მდგომარეობა:

ცხრილი 9.16

სინჯის №	მყარი ნარჩენები, %
1.	
2.	
3.	

ჩამოაყალიბეთ შესაბამისი დასკვნები.

ჩატარებული სამუშაო აღწერეთ ლაბორატორიული ოქმის სახით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. ფილტრირებისა და მასში მყარი ნარჩენების განსაზღვრისათვის როგორ ხდება სინჯის მომზადება?
2. როგორია ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მოსამზადებლად წყლის განზავების თანაფარდობა?
3. რატომ უნდა გადაიღვაროს ფილტრატის პირველი პორცია და რატომაა საჭირო მღვრიე ფილტრატის კვლავ გაფილტვრა?
4. წყლიანი გამონაწვლილის მყარი ნარჩენის განსაზღვრისათვის ფილტრატის რა რაოდენობაა საჭირო?
5. დანაცრებისათვის რამდენი დრო და ტემპერატურაა საჭირო?
6. როგორია მყარი ნარჩენის გამოსათვლელი ფორმულა?
7. რა განზომილებაში იზომება მყარი ნაშთი?



9.6. ჰუმუსის სხვადასხვა ფორმების ხარისხობრივი და ორგანული ნივთიერებების (ჰუმუსის) შემცველობის განსაზღვრა ნიადაგში

ნიადაგის შემადგენლობაში შედის ორგანული ნაერთები, რომლებიც შედგებიან მცენარეული, ცხოველური და მიკრობული წარმოშობის ნაერთებისაგან. ორგანული ნაერთები 80-90%-ით შედგება ჰუმუსის (ნე-შომპალა) რთული კომპლექსისაგან, რომელიც წარმოიქმნება ცოცხალი და მცენარეული ნარჩენების გარდაქმნის გზით. ჰუმუსი შედგება მცენარეთა კვებისათვის სიჭირო ყველა ძირითადი ელემენტებისაგან. იგი მდიდარია გოგირდით, ფოსფორით, კალიუმით, ასევე მიკროელემენტებით (კობალტით, მოლიბდენით, სპილენძით და ა.შ.).

ჰუმუსის ძირითადი შემადგენელი ნაწილი სხვადასხვაგვარი ხსნადობისაა, ამიტომ მათ ყოფენ და ექსტრაგირებენ შესაბამისი რეაქტივებით. ჰუმუსი ძირითადი ფორმების მიხედვით შეიძლება დავყოთ:

1. ჰუმუსური ნაერთები, რომლებიც იხსნება წყალში (სულვომჟავა და მათი მარილები);
2. ჰუმუსური ნაერთები, რომლებიც იხსნება ტუტეებში (ჰუმინური მჟავები და მათი მარილები);
3. ჰუმუსური ნაერთები, რომლებიც არ იხსნება არც წყალში და არც ტუტეში (ჰუმინი, ანუ ჰუმუსური ნახშირი).

სინჯის აღება და მომზადება: ავიღოთ ჰაერზე გამომშრალი სინჯი, დავფხვნათ, გავცრათ 1-2 მმ-იან საცერში და შევინახოთ ყუთში ან პაკეტებში. ანალიზისათვის გადმოვყაროთ, ავურიოთ, გავშალოთ 1 სმ სისქემდე და ავიღოთ არა ნაკლებ ხუთი წერტილიდან 30 გ სინჯი.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ლაბორატორიული სასწორი, ექსიკატორი, მუფელის ღუმელი, ელ. ქურა, ტიგელი, ბიურეტი, შტატივი, კონუსური კოლბები, პიპეტები, მინის ძაბრები, სინჯარები, მზომი ცილინდრები, ქაღალდის ფილტრი, გამომშრალი ნიადაგის ნიმუში.

1. **გოგირდმჟავას 50 %-იანი ხსნარი:** 100 მლ დისტილირებულ წყალში ფრთხილად ჩავასხათ 27 მლ კონც. H_2SO_4 .
2. **კალიუმის პერმანგანატის 0,01 N ხსნარი:** 0,32 გ $KMnO_4$ განუწყვეტელი მორევით გავხსნათ და მოვულოთ მივიყვანოთ 1 ლ-მდე დისტილირებული წყლით. 5-7 დღის შემდეგ მოვაცილოთ ნალექი და დავადგინოთ ტიტრი მჟაუნმჟავათი. ხსნარი ინახება მუქი ფერის ჭურჭელში;
3. **ნატრიუმის ტუტის 1 N ხსნარი:** 40 გ $NaOH$ გავხსნათ 100 მლ-მდე დისტილირებული წყლით;
4. **მარილმჟავას 10 %-იანი ხსნარი:** 8,4 მლ კონც. HCl გავხსნათ 100 მლ დისტილირებულ წყალში.

ჰუმუსის სხვადასხვა ფორმების ხარისხობრივი განსაზღვრა

ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება: ავიღოთ ჰაეროვანი მშრალი ნიადაგი, 30 გ ავწონოთ ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით, მოვათავსოთ კონუსურ კოლბაში და დავუმატოთ 75 მლ დისტილირებული წყალი (წონითი თანაფარდობა 1:2,5); კოლბას დავახუროთ თავსახური, ვანჯღრიოთ 3-5 წთ-ის განმავლობაში და მოვახდინოთ ფილტრირება ფილტრის ქაღალდით.

ფილტრატის პირველი პორციები მღვრია. იმის შემდეგ, როცა ფილტრატი გამჭვირვალე გახდება, ძაბრის ქვეშ დავდგათ ახალი კოლბა, ხოლო მღვრიე ფილტრატი დავასხათ იგივე ფილტრზე.

გაუფილტრავი ნარჩენი გამოიყენება შემდგომი ანალიზისათვის. მიღებული წყლიანი გამონაწვლილი შეიცავს წყალში ხსნად ნაერთებს. ღია ყვითელი შეფერილობა ნიშნავს, რომ მასში არის ფულვომჟავას მარილები.

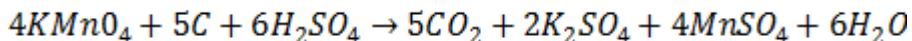
ანალიზის მსვლელობა:

100 მლ-იან კოლბაში ჩავასხათ 10 მლ წყლიანი გამონაწვლილი, დავუმატოთ 1 მლ 50 %-იანი გოგირდმჟავა. ასევე მეორე კოლბაში ჩავასხათ 10 მლ დისტილირებული წყალი, ასევე დავუმატოთ 1 მლ



H_2SO_4 და 0,01 N კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი მკვეთრი ვარდისფერი შეფერილობის წარმოქმნამდე. ჩავინიშნოთ დახარჯული $KMnO_4$ -ის რაოდენობა (V_0).

წყლიან გამონაწვლილიან კოლბას დავუმატოთ წვეთობით კალიუმის პერმანგანატი. ტიტრანტის პირველი პორცია იხარჯება წყალში ხსნადი ორგანული ნივთიერებების დაჟანგვაზე და ხსნარი არ შეიფერება ვარდისფრად. ჰუმუსის წყალში ხსნადი ნაწილის დაჟანგვისას მიმდინარეობს რეაქცია:



დაჟანგვის რეაქციას სჭირდება გარკვეული დრო. დასაჩქარებლად წყლიანი გამონაწვლილი გავაცხელოთ ელ. ქურაზე, შემდეგ კი დავუმატოთ კალიუმის პერმანგანატის ხსნარი ორგანული ნივთიერებების სრულ დაჟანგვამდე და ვარდისფერი შეფერილობის წარმოქმნამდე. ამასთანავე საჭიროა მივიღოთ ისეთივე შეფერილობა, როგორც დისტილირებულ წყლიან კოლბაშია. ჩავინიშნოთ დახარჯული $KMnO_4$ -ის რაოდენობა (V_1).

პერმანგანატის რაოდენობის სხვაობა ($V_1 - V_0$) დაახასიათებს ნიადაგის ჰუმუსის წყალში გახსნილი ფორმის რაოდენობას.

ნიადაგის ტუტე გამონაწვლილის მომზადება: კოლბაში, რომელშიც არის ნარჩენები წყლიანი გამონაწვლილის გადაწურვის შემდეგ, დავუმატოთ 25 მლ 1 N ნატრიუმის ტუტის ხსნარი. კოლბა ავანჯღრიოთ რამოდენიმეჯერ, დავაყოვნოთ გახსნის მიზნით 20 წთ. მიიღება მუქი-მურა ხსნარი, რომელიც გავფილტროთ.

სინჯარაში გადავიტანოთ 3 მლ ტუტე გამონაწვლილი და პერიოდული მორევით დავუმატოთ 3 მლ 10 %-იანი მარილმჟავა. რამოდენიმე ხნის შემდეგ მოვახდინოთ ტუტეთი გახსნილი ჰუმინური მჟავათა კოაგულირება, რითაც მურა ფიფქები დაილექება სინჯარის ფსკერზე.

ნალექის რაოდენობის მიხედვით შეიძლება ვიმსჯელოთ საანალიზო სინჯში ჰუმინური მჟავათა რაოდენობაზე.

ტუტე გამონაწვლილის ფილტრირების შემდეგ ფილტრზე და კოლბაში დარჩენილი შავი მასა წარმოადგენს ჰუმინს.

მიღებული შედეგები შევითანოთ ცხრილში, სადაც ავღნიშნოთ ნიშნით „+“, თუ კომპონენტი აღმოჩნდა, არარსებობის დროს კი ნიშნით „-“.

ცხრილი 9.17

ჰუმუსის წყალში გახსნილი ნაწილი	ჰუმინური მჟავები	ჰუმინი
(+/-)	(+/-)	(+/-)



ორგანული ნივთიერებების (ჰუმუსის) შემცველობის განსაზღვრა

ანალიზის მსვლელობა:

მუშაობის დაწყების წინ გამოვამოთ ნიადაგის ნიმუში, რისთვისაც თავლია მოვათავსოთ საშრობში 110°C ტემპერატურაზე ერთი დღე-ღამის განმავლობაში. შემდეგ დავახუროთ თავი და ისე გავაცივოთ ექსიკატორში.

ასევე საჭიროა ტიგელი გამოვწვათ მუფელში (700°C -ზე) და გავაცივოთ ექსიკატორში და ავწონოთ (m). ტიგელში მოვათავსოთ გამომშრალი ნიადაგი და ავწონოთ (m₁).

მოვათავსოთ ნიადაგიანი ტიგელი მუფელში 1 სთ ჰუმუსის გამოწვისათვის, შემდეგ ექსიკატორში გაცივებლად და ავწონოთ მუდმივი მასის მიღებამდე (m₂).

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა Q (%) გამოითვლება ფორმულით:

$$Q = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \cdot 100$$

სადაც, m₁– არის ნიადაგიანი ტიგელის მასა, გამოწვამდე, გ;

m₂– ნიადაგიანი ტიგელის მასა, გამოწვის შემდეგ, გ;

m – ცარიელი ტიგელის მასა, გ.

ზუსტი შედეგების მისაღებად რეკომენდებულია ჩატარდეს პარალელური ანალიზი. საბოლოო მნიშვნელობა აიღება ორივე მაჩვენებლის საშუალო არითმეტიკულის მიხედვით:

$$X_{\text{საშ}} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

სადაც, X₁ –არის პირველი ანალიზის შედეგი, %;

X₂ –მეორე ანალიზის შედეგი, %.

ცხრილი 9.18

**ქალაქის ნიადაგის თვისებების ოპტიმალური მაჩვენებლები
ჰუმუსის მიხედვით:**

დასახელება	ბუნებრივი-რეკრეაციული ზონა	საწარმოო ზონა
	ჰუმუსი, % (0-25 სმ)	
პარკები, ტყეპარკები, სკვერები, ბულვარები	2-3	
გაზონები	3-4	3-4
სკვერები, ბულვარები, ხეივნები		2-4

ცხრილი 9.19

ნიადაგის კატეგორიები ნაყოფიერების მიხედვით:

ნიადაგის შეფერილობა	ჰუმუსის შემ- ცველობა, %	კატეგორია
ძალიან შავი	10-15	მაღალჰუმუსიანი, ძალიან ნაყოფიერი



განათლების ხარისხის განვითარების ეროვნული ცენტრი



შავი	7-10	ჰუმუსიანი, ნაყოფიერი
მუქი-ნაცრისფერი	4-7	საშუალოჰუმუსიანი, საშუალონაყოფიერი
ნაცრისფერი	2-4	მცირეჰუმუსიანი, საშუალონაყოფიერი
ღია-ნაცრისფერი	1-2	მცირეჰუმუსიანი, მცირენაყოფიერი

ორგანული ნივთიერებების (ჰუმუსის) მიღებული შედეგები შეიტანეთ ცხრილში და მათ საფუძველზე განსაზღვრეთ ნიადაგის კატეგორიები ნაყოფიერების მიხედვით:

ცხრილი 9.20

სინჯის №	ჰუმუსის წყალში გახსნილი ნაწილი	ჰუმინური მჟავები	ჰუმინი	ჰუმუსი, %
1,				
2.				
3.				

ჩამოაყალიბეთ შესაბამისი დასკვნები.

ჩატარებული სამუშაო აღწერეთ ლაბორატორიული ოქმის სახით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

- რა არის ჰუმუსი, როგორია მისი როლი ნიადაგში და რა ძირითადი ფორმები არსებობს?
- დისტილირებულ წყალზე კალიუმის პერმანგანატის დამატებისას რატომ მიიღება მაშინვე შეფერილობა, ხოლო წყლის გამონაწვლილზე რამოდენიმე ხნის შემდეგ?
- დაწერეთ ჰუმუსის წყალში გახსნილი ნაწილის დაჟანგვის რეაქცია;
- ჰუმინური მჟავა და ჰუმინი რატომ არ გადადიან ხსნარში წყლიანი გამონაწვლილის მომზადებისას?
- როგორ ხდება ნიადაგის გამოშრობა ანალიზის ჩატარებისას და რა ხერხით ხდება ჰუმუსის შემცველობის განსაზღვრა?
- როგორ გამოითვლება ნიადაგში ჰუმუსის შემცველობა %-ში?
- ჰუმუსის შემცველობის მიხედვით როგორია ნიადაგის შეფერილობები და რომელ კატეგორიებს მიეკუთვნება?



9.7. ნიადაგის წყლიან გამონაწვლილში ნიტრიტული აზოტის განსაზღვრა გრისის რეაქტივით (კოლორიმეტრული მეთოდი)

ორგანული ნივთიერებების დაშლა ნიადაგში მიმდინარეობს ორ ეტაპად: მინერალიზაცია და ნიტრიფიკაცია. დაშლის პროცესში აზოტმემცველი ნაერთები თანდათანობით გადადიან ამიაკში, ნიტრატებში და ნიტრიტებში წარმოადგენენ ცილოვანი სტრუქტურების საბოლოო დაშლის პროდუქტებს.

ნიტრიტული აზოტის განსაზღვრის მეთოდი დაფუძნებულია ნიადაგისწყლიან გამონაწვლილში გრისის რეაქტივის დამატებით მჟავე არეში აზონაერთების წარმოქმნაზე, რომლებიც ვადისფერ-წითლადაა შეფერილი. კოლორიმეტრული განსაზღვრა მიმდინარეობს სტანდარტული სკალით ვიზუალური შედარების საფუძველზე ან ფოტოელექტროკოლორიმეტრის საშუალებით.

ნიადაგში ქიმიური ნივთიერებების შემცველობის ერთეულს წარმოადგენს ნივთიერების რაოდენობა მილიგრამებში 1 კგ ნიადაგზე (მგ/კგ).

სინჯის აღება და მომზადება: ავიღოთ ჰაერზე გამომშრალი სინჯი, დავფხვნათ, გავცრათ 1-2 მმ-იან საცერში და შევინახოთ ყუთში ან პაკეტებში. ანალიზისათვის გადმოვყაროთ, ავურიოთ, გავშალოთ 1 სმ სისქემდე და ავიღოთ არა ნაკლებ ხუთი წერტილიდან 30 გ სინჯი.

საჭირო ხელსაწყოები, მასალები, რეაქტივები და მათი მომზადება: ფოტოელექტროკოლორიმეტრი (ФЭК), შუქფილტრით ტალღის სიგრძით $\lambda=540$ ნმ (მწვანე შუქფილტრი), 10 მმ ფენის სისქის კიუვეტით, ანალიზური სასწორი, წყლის აბაზანა. ელ. სარეველა, საცერი, საშრობი კარადა, ექსიკატორი, ბიუქსი, კონუსური კოლბები (250 მლ-იანი), მზომი კოლბები და ცილინდრები, მინის ძაბრები, პიპეტები ან დოზატორი, ფაიფურის ჯამები, ქიმიური ჭიქები, ფილტრის ქაღალდი.

1. **გრისის რეაქტივი:** 10 გ მშრალი გრისის რეაქტივი გავხსნათ 100 მლ 12 %-იან ყინულოვან ძმარმჟავაში. ნარევი შევინახოთ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში; ან: 0,1 გ ნაფტილამინი გავხსნათ 100 მლ დისტილირებულ წყალში და ვადულოთ 15 წთ. გაცივების შემდეგ ხსნარს დავუმატოთ 5 მლ ყინულოვანი ძმარმჟავა და 100 მლ 1%-იანი სულფანილის მჟავა. ნარევი შევინახოთ მუქი ფერის მინის ჭურჭელში;
2. **ყინულოვანი ძმარმჟავა,** 12 %-იანი ხსნარი: 25 მლ ყინულოვანი ძმარმჟავა მივიყვანოთ 200 მლ-მდე დისტილირებული წყლით;
3. **ნატრიუმის ნიტრიტის ძირითადი სტანდარტული ხსნარი:** 0,4927 გ NaNO_2 , წინასწარ გამომშრალი 110°C -მდე, გავხსნათ გამოხდილ წყალში და მოცულობა მივიყვანოთ 1 ლ-მდე გამოხდილი წყლით. ხსნარი დავაკონსერვოთ 1 მლ ქლოროფორმის დამატებით, შევინახოთ ცივ ადგილას. ის მდგრადია მთელი თვით. ამ ხსნარის 1 მლ შეიცავს 0,1 მგ N-ს;
- 1.1. **მუშა ხსნარი:** 10 მლ ძირითადი ხსნარი მივიყვანოთ 1 ლ-მდე გამოხდილი წყლით. გამოიყენება მხოლოდ ახლადმომზადებული ხსნარი. 1 მლ ხსნარი შეიცავს 0,001 მგ ნიტრიტის აზოტს.

შენიშვნა: ანალიზისათვის გამოყენებული ყველა რეაქტივი უნდა იყოს ქიმიურად სუფთა (ქ.ს.) ან სუფთა ანალიზისათვის (ს.ა.), ან მომზადებული შესაბამისი ნორმატიულ-ტექნიკური დოკუმენტაციის მიხედვით.

ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება: ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მოსამზადებლად ავიღოთ ჰაეროვანი მშრალი ნიადაგი, 20 გ ავწონოთ ანალიზურ სასწორზე არა ნაკლებ 0,1 გ სიზუსტით (ანალიზისათვის დასაშვებია 25-30 გ სინჯის აღება), მოვათავსოთ 250 მლ-იან კონუსურ კოლბაში და დავუმატოთ 100 მლ დისტილირებული წყალი. კოლბას დავახუროთ თავსახური, ვანჯღრიოთ 3 წთ-ის განმავლობაში და მაშინვე მოვახდინოთ ფილტრირება ფილტრის ქაღალდით, რომელიც უნდა მოვათავსოთ ძაბრის ზედაპირიდან 0,5-1 სმ-ის ქვემოთ.



ფილტრატის პირველი პორციები მღვრია. იმის შემდეგ, როცა ფილტრატი გამჭვირვალე გახდება, ძაბრის ქვეშ დავდგათ ახალი კოლბა, ხოლო მღვრიე ფილტრატი დავასხათ იგივე ფილტრზე. მიღებული გამჭვირვალე ფილტრატი წარმოადგენს წყლიან გამონაწვლილს და შეიძლება გამოყენებულ იქნას ქიმიური გამოკვლევებისათვის.

ნიადაგში ნიტრიტული აზოტის რაოდენობის მიახლოებითი განსაზღვრა: სინჯარაში მოვათავსოთ 10 მლ გამონაწვლილი და დავუმატოთ 0,5 მლ გრისის რეაქტივი. წყლის აბაზანაზე მოვათავსოთ 5 წუთი. მიღებული ვარდისფერი შეფერილობა შევადაროთ ინტენსივობის სკალას:

ცხრილი 9.21

ფერი დათვალიერებისას გვერდიდან	ფერი დათვალიერებისას ზემოდან	ნიტრიტული აზოტის შემცველობა	
		მგ/1 ლ გამონაწვლილში	მგ/1 კგ ნიადაგში
არ აღინიშნება	არ აღინიშნება	0,001-ზე ნაკლები	0,005
ოდნავ შესამჩნევი ვარდისფერი	განსაკუთრებით სუსტი ვარდისფერი	0,002	0,01
ძალიან სუსტი ვარდისფერი	სუსტი ვარდისფერი	0,004	0,02
სუსტი ვარდისფერი	ღია ვარდისფერი	0,02	0,1
ვარდისფერი	ძლიერი ვარდისფერი	0,07	0,35
ღია ვარდისფერი	ვარდისფერი	0,04	0,2
ძლიერი ვარდისფერი	ღია წითელი	0,2	1,0
წითელი	ღია წითელი	0,4	2,0

საკალიბრო მრუდის აგება და ანალიზის მსგელობა:

მზომ კოლბებში კოლორიმეტრირებისათვის ჩავასხათ ნატრიუმის ნიტრიტის სტანდარტული ხსნარები 0,0; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0; 30,0 და 50,0მლ, რომლის 1 მლ შეიცავს 0,001 მგ ნიტრიტულ აზოტს და შევავსოთ 100 მლ-მდე დისტილირებული წყლით. შესაბამისად მივიღებთ სტანდარტულ სერიებს: 0,0; 0,001; 0,002; 0,005; 0,01; 0,03 და 0,05 მგN/100 მლ.

ასევე კოლბებში ჩავასხათ საკვლევი და საკონტროლო ნაკვეთის ნიადაგის სინჯის გამონაწვლილის 100-100 მლ.

ცხრილი 9.22

ნიტრიტული აზოტის შემცველობის სტანდარტული სკალა

რეაქტივები	სინჯარის ნომერი						
	1	2	3	4	5	6	7
ნატრიუმის ნიტრიტის მუშა ხსნარი, მლ (0,001 მგN/ მლ-ში)	0	1	2	5	10	30	50
დისტილირებული წყალი, მლ	100 მლ-მდე						
ნიტრიტული აზოტის შემცველობა, მგN/100მლ	0,0	0,001	0,002	0,005	0,01	0,03	0,05
გრისის რეაქტივი, მლ	5 მლ-ობით						



ყოველ კოლბაში დავუმატოთ გრისის რეაქტივის 5 მლ და დავაყოვნოთ ოთახის ტემპერატურაზე 20 წუთით ან მოვათავსოთ წყლის აბაზანაზე 50-60°C ტემპერატურაზე 10 წუთის განმავლობაში. ამის შემდეგ შევადაროთ შეფერილობებს და სინჯარის შეფერილობისა და სტანდარტული ხსნარების სკალის ვიზუალური შედარების საფუძველზე განვსაზღვროთ ნიტრიტული აზოტის შემცველობა.

კოლორიმეტრული მეთოდით $\Phi\Xi K$ -ის საშუალებით ნიადაგის გამონაწვლილში ნიტრიტული აზოტის განსაზღვრა ხდება 540 ნმ ტალღის სიგრძის (მწვანე შუქფილტრი) დროს 10 მმ კედლის სისქის კიუვეტებით. შემადარებელ ნიმუშად გამოიყენება ფუჭი (ხულოვანი) ცდის შედეგად მიღებული ხსნარი, რისთვისაც დისტილირებულ წყალს უმატებენ გრისის რეაქტივს.

ოპტიკური სიმკვრივეებისა და კონცენტრაციების მიხედვით ავაგოთ საკალიბრო მრუდი, რისთვისაც აბსცისათა ღერძზე გადავზომოთ ნიტრიტული აზოტის კონცენტრაციები (მგN/100 მლ), ორდინატთა ღერძზე კი მისი მათი შესაბამისი ოპტიკური სიმკვრივეები.

საკალიბრო მრუდის შემოწმება უნდა მოხდეს ანალიზურ სამუშაოთა ჩატარებისას გამოყენებულ რეაქტივთა შეცვლასთან დაკავშირებით, ერთიდაიგივე რეაქტივების ბაზაზე მუშაობისას კი 3 თვეში ერთხელ მაინც.

საკვლევი და საკონტროლო ნაკვეთის ნიადაგის სინჯის ანალიზით მიღებული მნიშვნელობა ავითვალთ ოპტიკური სიმკვრივის (ორდინატთა) ღერძზე, გავავლოთ აბსცისათა ღერძის პარალელური წრფე და ვიპოვოთ ამ წრფის საკალიბრო მრუდთან გადაკვეთის წერტილის გეგმილი X ღერძზე. მიღებული მნიშვნელობა წარმოადგენს ნიტრიტული აზოტის კონცენტრაციას.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: ნიტრიტული აზოტის შემცველობა 1კგ ნიადაგში (მგN/კგ), გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$X = \frac{C \cdot V_1 \cdot 1000}{m \cdot V_2}$$

სადაც:

C – არის ნიტრიტული აზოტის კონცენტრაცია, რომელიც ნაპოვნია გამონაწვლილში საკალიბრო მრუდით, მგ N/100 მლ;

V_1 – გამონაწვლილის საერთო მოცულობა, მლ;

m – ნიადაგის რაოდენობა, აღებული წყლიანი გამონაწვლილის დასამზადებლად, გ;

V_2 – ანალიზისათვის აღებული წყლიანი გამონაწვლილის მოცულობა, მლ.

ნიტრიტ იონების შემცველობა 1 კგ ნიადაგში გამოითვლება ფორმულით:

$$X_1 = X(\text{მგN/კგ}) \cdot 3,28 \quad (\text{მგNO}_2^-/\text{კგ})$$

სადაც, 3,28 – არის ნიტრიტული აზოტის ნიტრიტ იონზე გადაანგარიშების კოეფიციენტი.

მაგალითი: ნიადაგის სინჯიდან მასით 20 გ მიღებულია წყლიანი გამონაწვლილი მოცულობით ≈ 100 მლ. 100 მლ წყლიან გამონაწვლილში ნაპოვნია 0,7 მგ ნიტრიტის აზოტი. ნიტრიტის აზოტის შემცველობა ნიადაგში შეადგენს:

$$X = \frac{0,7 \cdot 100 \cdot 1000}{20 \cdot 100} = 35 \quad (\text{მგ N/კგ})$$

ნიტრიტ იონების შემცველობა 1 კგ ნიადაგში გამოითვლება ფორმულით:

$$X_1 = 35 \cdot 3,28 = 114,8 \quad (\text{მგNO}_2^-/\text{კგ})$$

ზუსტი შედეგების მისაღებად რეკომენდებულია ჩატარდეს პარალელური ანალიზი. საბოლოო მნიშვნელობა აიღება ორივე მაჩვენებლის საშუალო არითმეტიკულის მიხედვით:



$$X_{\text{სა}} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

სადაც, X_1 – არის პირველი ანალიზის შედეგი, მგ/კგ;

X_2 – მეორე ანალიზის შედეგი, მგ/კგ.

იმის გამო, რომ მრავალი ნივთიერებებისათვის, მათ შორის ნიტრიტებისათვის ნიადაგში ზღვ დადგენილი არაა, მიღებული კონცენტრაციის შეფასება ხდება საკონტროლო სინჯში ნიტრიტების კონცენტრაციასთან შედარებით.

თუკი ნიტრიტების კონცენტრაცია (ან სხვა ნებისმიერი ნაერთისა) საკვლევ ნიმუშში შეესაბამება საკონტროლო ნიმუშის მონაცემებს, ასეთ ნიადაგს აფასებენ როგორც „სუფთას“, თუკი საკვლევ ნიმუშის ნიადაგში მავნე ნივთიერების კონცენტრაცია აღემატება საკონტროლო ციფრებს არა ნაკლებ 10-ჯერ, მაშინ ნიადაგი შეფასდება „სუსტად გაჭუჭყიანებულად“, თუკი 10-100-ჯერ – „ძლიერ გაჭუჭყიანებულად“.

ნიტრიტული აზოტისა და ნიტრიტ-იონების მიღებული შედეგები შეიტანეთ ცხრილში, შეადარეთ საკონტროლო ნაკვეთიდან აღებული ნიადაგის ანალიზის შედეგებს და მის საფუძველზე შეაფასეთ საკვლევი ნაკვეთის მდგომარეობა:

ცხრილი 9.23

ცდის №	ნიტრიტული აზოტი, მგN/კგ	ნიტრიტ-იონები, მგ NO_3^- /კგ
1.		
2.		
3.		

ჩამოაყალიბეთ შესაბამისი დასკვნები.

ჩატარებული სამუშაო აღწერეთ ლაბორატორიული ოქმის სახით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რაში მდგომარეობს ნიადაგში ნიტრიტული აზოტის განსაზღვრის მეთოდის არსი?
2. როგორ ხდება ანალიზისათვის ნიადაგის წყლიანი გამონაწვლილის მომზადება?
3. რომელ რეაქტივს უმატებენ ნიტრიტების აღმოსაჩენად და როგორი ფერი მიუთითებს მის არსებობაზე?
4. როგორ ხდება ნატრიუმის ნიტრიტის მუშა ხსნარის მომზადება და რატომ გამოიყენება იგი და არა ძირითადი სტანდარტული ხსნარი?
5. როგორ ხდება ფერის მიხედვით ნიტრიტების განსაზღვრა?
6. რას უდრის ნიტრიტული აზოტის ნიტრიტის იონზე გადაყვანის კოეფიციენტი და როგორ გამოითვლება?
7. როგორ ადგენენ საკვლევი ნაკვეთის ნიადაგის გაჭუჭყიანების ხარისხს?



9.8. ნიადაგში ნავთობპროდუქტების შემცველობის განსაზღვრა
(წონითი მეთოდით)

ნავთობტერმინალებისა და ნავთობსადენების მშენებლობის გამო ძალზე აქტუალურია ბრძოლა ნავთობითა და ნავთობპროდუქტებით ნიადაგების დაბინძურების წინააღმდეგ. გაჭუჭყიანების მიზეზია ავარიები მაგისტრალებსა და ნავთობსადენებზე.

მეთოდი დაფუძნებულია საკვლევი სინჯის ქლოროფორმიანი გამონაწვლილის ჰექსანით ექსტრაქცი



კვლავ ჩავასხათ სვეტში, გავიმეოროთ 3-ჯერ. ფილტრაციის დამთავრების შემდეგ სვეტი ჩავრეცხოთ 2-3 მლ ჰექსანით.

ჰექსანიანი ჯამი ან ბიუქსში მყოფი სითხე ამოვაშროთ ვენტილატორით, ვიდრე არ დარჩება 0,5 მლ. შემდეგ აორთქლება გავაგრძელოთ ვენტილატორის გარეშე ოთახის ტემპერატურაზე და ავწონოთ ყოველ 2 წთ-ში მანამ, სამან 2 მომდევნო აწონვა არ იქნება ერთნაირი (A), ე.ი. აორთქლება დამთავრებულია.

პარალელურად სრულდება საკონტროლო ნაკვეთიდან აღებული ნიადაგის სინჯის ანალიზი.

საკვლევი პარამეტრის ანგარიში მიღებული შედეგების მიხედვით: ნავთობპროდუქტების შემცველობა (მგ/კგ ნიადაგი) გამოითვლება ფორმულით:

$$X = \frac{(A - A_1) \cdot 1000 \cdot 1000}{B}$$

სადაც, A –ჯამის (ბიუქსის) წონა აორთქლების შემდეგ, გ;

A₁ –სუფთა ჯამის (ბიუქსის) წონა, გ;

B –აღებული საანალიზო ნიადაგის წონა, გ.

მიღებული შედეგები დარდება საკონტროლო ნაკვეთიდან აღებული სინჯის ანალიზის შედეგებს და დგინდება საკვლევი ნაკვეთის ნიადაგის გაჭუჭყიანების ხარისხი.

ზუსტი შედეგების მისაღებად რეკომენდებულია ჩატარდეს პარალელური ანალიზი. საბოლოო მნიშვნელობა აიღება ორივე მაჩვენებლის საშუალო არითმეტიკულის მიხედვით:

$$X_{საშ} = \frac{X_1 + X_2}{2}$$

სადაც, X₁ –არის პირველი ანალიზის შედეგი, მგ/კგ;

X₂ –მეორე ანალიზის შედეგი, მგ/კგ.

იმის გამო, რომ მრავალი ნივთიერებებისათვის, მათ შორის ნავთობპროდუქტებისათვის ნიადაგში ზდგ დადგენილი არაა, მიღებულიკონცენტრაციის შეფასება ხდება საკონტროლო სინჯში ნავთობპროდუქტების კონცენტრაციასთან შედარებით.

ნავთობპროდუქტების მიღებული შედეგები შეიტანეთ ცხრილში, შეადარეთ საკონტროლო ნაკვეთიდან აღებული ნიადაგის ანალიზის შედეგებს და მის საფუძველზე შეაფასეთ საკვლევი ნაკვეთის მდგომარეობა:

ცხრილი 9.24

სინჯის №	ნავთობპროდუქტები, მგ/კგ
1,	
2.	
3.	

ჩამოაყალიბეთ შესაბამისი **დასკვნები**.

ჩატარებული სამუშაო აღწერეთ **ლაბორატორიული ოქმის** სახით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რა შეიძლება გამოიწვიოს ნიადაგის ნავთობპროდუქტებით დაბინძურებამ?
2. რაში მდგომარეობს ნიადაგში ნავთობპროდუქტების შემცველობის განსაზღვრის მეთოდის არსი?
3. რატომაა საჭირო ექსიკატორში მშთანთქმელი ნივთიერებების მოთავსება?
4. რისთვისაა საჭირო ანალიზის დროს მშრალ-ჰაეროვან ნიადაგზე ქლოროფორმის დამატება?
5. როგორ ხდება ანალიზის მსვლელობაში ექსტრაქტის შეგროვება?
6. როგორ გამოითვლება ნავთობპროდუქტების კონცენტრაციის გამოსათვლელი ფორმულა და რა განზომილებაში იზომება?
7. ნიადაგში ნავთობპროდუქტების შემცველობის განსაზღვრისას გარდა საკვლევი სინჯისა, კიდევ რომელი სინჯის ანალიზი მიმდინარეობს და რისთვისაა საჭირო საკონტროლო ნაკვეთიდან აღებული ნიადაგის სინჯის ანალიზის ჩატარება?



9.9. ნიადაგების დეგრადაცია

ნიადაგის დეგრადაცია წარმოადგენს პროცესს, რომლის შედეგად ნიადაგი კარგავს ადრე დაგროვილ ორგანულ ნივთიერებებს, რის შედეგადაც ქვეითდება ნიადაგის ნოყიერება.

ნიადაგის დეგრადაციას განაპირობებს სასოფლო-სამეურნეო საქმიანობა, ნიადაგის ზედა ფენის მასის ჭარბი მოხმარება, ტყის გაკაფვა და ა.შ.

ნიადაგის საფარის დარღვევის ან დეგრადაციის გამომწვევი სამეწარმეო, სამეურნეო ან ყოველგვარი საქმიანობის სუბიექტი ვალდებულია თავისი ხარჯებით აანაზღაუროს და უზრუნველყოს ნიადაგის საფარის მთლიანობა და მისი ნაყოფიერება

დეგრადირებული ნიადაგი

ნიადაგი, რომლის ბიოლოგიური თვისებები გაუარესებულია, ხოლო ეკონომიკური მაჩვენებლები დაცემულია სხვადასხვა ფაქტორთა ზემოქმედების შედეგად.

მიახლოებით პირვანდელ მდგომარეობამდე, რისთვისაც საჭიროა:

- მოხსნას ნიადაგის ნაყოფიერი და პროდუქტიული ფენა, შეინახოს სპეციალურად გამოყოფილ ადგილას და დაიცვას ნიადაგის ხარისხის გაუარესება (სხვადასხვა ნიადაგის ფენებთან და ქანებთან შერევა, მისი დაბინძურებისაგან, გადარეცხვისაგან, გაბნევისაგან დაცვა და სხვა) მათი დაცვისა და შემდგომი მიზნობრივი დანიშნულებით გამოყენების მიზნით;
- საქმიანობის განხორციელების აუცილებლობიდან გამომდინარე, მოახდინოს ნიადაგის პოტენციურად ნაყოფიერი ფენების და ტოქსიკური ქანების ცალკე სელექციური მოხსნა, დასაწყობება, ლიცენზიით განსაზღვრული პირობების შესაბამისად;
- ტერიტორიის დაბინძურების შემთხვევაში, მოახდინოს დამაბინძურებელი წყაროს ლიკვიდაცია და უმოკლეს ვადებში ჩაატაროს დაბინძურებული ტერიტორიის რეკულტივაცია, ნიადაგური საფარის მთლიანობის აღდგენის მიმართულებით;
- დაიცვას მიმდებარე ტერიტორია დაზიანებისა და დეგრადაციისაგან.

ყოველგვარი საქმიანობის განხორციელებისას, რომელიც გამოიწვევს ნიადაგის ძირითადი მახასიათებლების გაუარესებას, საქმიანობის სუბიექტი ვალდებულია, მოხსნას ნიადაგის ნაყოფიერი და პროდუქტიული ფენა, განათავსოს სპეციალურად გამოყოფილ ადგილას მისი შემდგომი მიზნობრივი გამოყენების მიზნით, რომელსაც განსაზღვრავს საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო, ადგილობრივი თვითმმართველობების ორგანოებთან ერთად.

ყოველგვარი საქმიანობის განხორციელების შემთხვევაში, რომელიც ეხება ნიადაგის ნაყოფიერი ფენის მოხსნას, საქმიანობის სუბიექტი ვალდებულია, საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტროში შესათანხმებლად წარმოადგინოს რეკულტივაციის გეგმა/პროექტი ან ინფორმაცია კონსერვაციის შესახებ ადგილმდებარეობის (GIS გეოინფორმაციული სისტემები კოორდინატები) და ნიადაგის მოცულობის მითითებით.

აღნიშნული მოთხოვნების შეუსრულებლობის შემთხვევაში საქმიანობის სუბიექტი პასუხს აგებს საქართველოს კანონმდებლობით დადგენილი წესით.



9.10. მიწების დაბინძურებისა და დეგრადაციის შედეგად გარემოსათვის მიყენებული ზიანის განსაზღვრა

აღნიშნული საკითხის განხილვისას უნდა ვიხელმძღვანელოთ მოქმედი ტექნიკური რეგლამენტით. ასეთი ტექნიკური რეგლამენტია - გარემოსათვის მიყენებული ზიანის განსაზღვრის (გამოანგარიშების) მეთოდика, საქართველოს მთავრობის 2014 წლის N54 დადგენილება.

<https://www.matsne.gov.ge/ka/document/view/2195792>

აღნიშნულ ტექნიკურ რეგლამენტში ყურადღებით შევისწავლოთ შემდეგი მუხლები: მუხლი 3. მიწების დაბინძურების შედეგად გარემოსათვის მიყენებული ზიანის განსაზღვრის (გამოანგარიშების) წესი. მუხლი 4. მიწების დეგრადაციის შედეგად გარემოსათვის მიყენებული ზიანის განსაზღვრის (გამოანგარიშების) წესი.

მიწების დაბინძურების შედეგად გარემოსათვის მიყენებული ზიანი განისაზღვრება (გამოიანგარიშება) შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$V = N \cdot S \cdot E \cdot K \cdot H \cdot A$$

სადაც:

V – არის გარემოზე მიყენებული ზიანის ოდენობა, ლარებში;

N – არასასოფლო-სამეურნეო დანიშნულებით გამოყოფილი სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებისა და სხვა მიწების ნაცვლად ახალი მიწების ათვისების ღირებულების საბაზისო ნორმატივი, ლარებში (მონახეთ შესაბამისი მნიშვნელობები ტექნიკურ რეგლამენტში, დანართი 3);

ქალაქებსა და მჭიდროდ დასახლებულ პუნქტებში არასასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების დაბინძურების შედეგად გარემოსათვის მიყენებული ზიანის განსაზღვრის (გამოანგარიშების) დროს მოყვანილ ფორმულაში **N**-ის მნიშვნელობად აიღება 14286 ლარი, ხოლო სხვა არასასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების მიწების დაბინძურების შემთხვევაში საბაზისო ნორმატივად აიღება 2857,2 ლარი.

S – დაბინძურებული მიწის ფართობი ჰა;

E – ტერიტორიის ეკოლოგიური კოეფიციენტი (მონახეთ შესაბამისი მნიშვნელობები ტექნიკურ რეგლამენტში, დანართი 6);

მიწებზე დამაბინძურებელ ნივთიერებათა ჯამური ზემოქმედების დროს გამოიყენება ტერიტორიის ეკოლოგიური კოეფიციენტი - **E**. დაცული ტერიტორიის მიწების დაბინძურების შემთხვევაში კოეფიციენტი ტოლია 2-ის, ხოლო ქალაქებისა და დასახლებული პუნქტებისათვის - 1,5-ის. იმ შემთხვევაში, თუ მიწების დაბინძურება გამოწვეულია ერთზე მეტი საშიში ნივთიერებით, ზიანის დაანგარიშება ხდება იმ საშიში ნივთიერების მიხედვით, რომლის დაბინძურების დონის მაჩვენებელი ყველაზე მაღალია.

K – მიწის დაბინძურების დონეზე (ხარისხზე) დამოკიდებული გადასაყვანი კოეფიციენტი, რომელიც გამოიანგარიშება ლაბორატორიული ანალიზისა და ტექნიკურ რეგლამენტში წარმოდგენილი დანართი 4-ის მიხედვით, რომელიც აქ მოგვყავს ცხრილი სახით.



მიწების დაბინძურების ხარისხის შეფასების ცხრილი

	ზღვ/სდკ, (მგ/კგ ნიადაგში)	I დონე (დასა შვები)	II დონე (სუსტი)	III დონე (საშუალო)	IV დონე (ძლიერი)	V დონე (ძალზე ძლიერი)
მიწის დაბინძურების ხარისხზე დამოკიდებული კოეფიციენტი, K		0	1.0	1.5	2.0	2.5
კოეფიციენტი L		<2	2-8	8-32	32-64	>64 [^]
არაორგანული შენაერთები:						
კადმიუმი	2,0	< ზღვ	ზღვ - 3-მდე	3 - 5-მდე	5-20	>20
ტყვია	6,0	< ზღვ	ზღვ - 125-მდე	125-250-მდე	250-600	>600
ვერცხლისწყალი	2,1	< ზღვ	ზღვ - 3-მდე	3-5-მდე	5-10	>10
დარიშხანი	2,0	< ზღვ	ზღვ - 20-მდე	20-30-მდე	30-50	>50
ცინკი	23,0	< ზღვ	ზღვ - 500-მდე	500-1500-მდე	1500-3000	>3000
სპილენძი	3,0	< ზღვ	ზღვ - 200-მდე	200-300-მდე	300-500	>500
კობალტი	5,0	< ზღვ	ზღვ - 50-მდე	50-150-მდე	150-300	>300
ნიკელი	4,0	< ზღვ	ზღვ - 150-მდე	150-300-მდე	300-500	>500
მოლიბდენი	4,6	< ზღვ	ზღვ - 40-მდე	40-100-მდე	100-200	>200
კალა	4,5	< ზღვ	ზღვ - 20-მდე	20-50-მდე	50-300	>300
ბარიუმი	2,8	< ზღვ	ზღვ - 200-მდე	200-400-მდე	400-2000	>2000
ქრომი	6,0	< ზღვ	ზღვ - 250-მდე	250-500-მდე	500-800	>800
წყალში ხსნადი ფტორი	10,0	< ზღვ	ზღვ - 15-მდე	15 - 25-მდე	25-50	>50
ვანადიუმი	150,0	< ზღვ	ზღვ - 225-მდე	225-300-მდე	300-350	>350
ორგანული ნაერთები:						
ქლორირებული ნახშირწყალ- ბადები (მათ შორის ქლორშემ- ცველი პესტიციდები: DDT; GXYG; 2,4D და სხვა).	0,1/	< ზღვ	ზღვ - 5-მდე	5-25-მდე	25-50	>50
ქლორფენოლი	0,3/	< ზღვ	ზღვ - 1-მდე	1-5-მდე	5-10	>10
ფენოლი	0,3/	< ზღვ	ზღვ - 1-მდე	1-5-მდე	5-10	>10
პოლიქლორბიფენილი	/0,06	< ზღვ	ზღვ - 2-მდე	2-5-მდე	5-10	>10
პირიდინი	/0,01	< ზღვ	ზღვ - 0.1-მდე	0.1-3-მდე	3-20	>20
სტიროლი	0,1/	< ზღვ	ზღვ - 5-მდე	5-20-მდე	20-50	>50
ნავთობი	1000	< ზღვ	ზღვ - 2000-მდე	2000-3000-მდე	3000-5000	>5000
ბენზ(ა)პირენი	0,02/	< ზღვ	ზღვ - 0.01-მდე	0.01-0.25-მდე	0.25-0.5	>0.5
ბენზოლი	0,3/	< ზღვ	ზღვ - 1-მდე	1-3-მდე	3-10	>10
ალფამეთილსტიროლი	0,5/	< ზღვ	ზღვ - 3-მდე	3-10-მდე	10-50	>50
ქსილოლი (ორთო, მეტა, პარა)	0,1/	< ზღვ	ზღვ - 3-მდე	3-30-მდე	30-100	>100
გოგირდოვანი შენაერთები გოგირდზე გადაანგარიშებით	160/	< ზღვ	ზღვ - 180-მდე	180-250-მდე	250-380	>380
2,4 D დიქლორფენოქსიმმარმჟავა	0,1/	< ზღვ	ზღვ - 1-მდე	1-3-მდე	3-10	>10
ატრაზინი	0,01/	< ზღვ	ზღვ - 3-მდე	3-10-მდე	10-30	>30
აგელონი	0,01/	< ზღვ	ზღვ - 0,5-მდე	0,5-10-მდე	10-20	>20
ბენზინი	0,1/	< ზღვ	ზღვ - 2-მდე	2-10-მდე	10-30	>30
დეცისი	0,01/	< ზღვ	ზღვ - 0,1-მდე	0,1-0,25-მდე	0,025-0,5	>0,5
ბაილეტონი	/0,4	< ზღვ	ზღვ - 2-მდე	2-10-მდე	10-30	>30
ბაიფიდანნი	/0,02	< ზღვ	ზღვ - 0,1-მდე	0,1-0,5-მდე	0,5-5	>5
ზენკორი	0,2/	< ზღვ	ზღვ - 2-მდე	2-10-მდე	10-20	>20
პირამინი	/0,7	< ზღვ	ზღვ - 5-მდე	5-15-მდე	15-30	>30
მეტაზინი	/0,1	< ზღვ	ზღვ - 1-მდე	1-3-მდე	3-10	>10
პრომეტრინი	0,05/	< ზღვ	ზღვ - 1-მდე	1-4-მდე	4-10	>10



ტრიფორინი	/0,003	< ზღვ	ზღვ – 0,01-მდე	0,01-0,05-მდე	0,05-0,5	>0,5
პირიდატი	0,03/	< ზღვ	ზღვ – 0,1-მდე	0,1-3-მდე	3-10	>10
ტოლუოლი	0,3/	< ზღვ	ზღვ – 1-მდე	1-5-მდე	5-10	>10

H – ნიადაგის დაბინძურების სიღრმის მიხედვით გადასაყვანი კოეფიციენტი (მონახეთ შესაბამისი მნიშვნელობები ტექნიკურ რეგლამენტში, დანართი 5);

A – დაბინძურებული მიწის აღდგენის პერიოდის (დროის) ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულების გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი (მონახეთ შესაბამისი მნიშვნელობები ტექნიკურ რეგლამენტში, დანართი 7).

მიწების დეგრადაციის ხარისხის შესაფასებლად გამოიყენება შემდეგი გრადაცია:

- 0 – არადეგრადირებული (დაურღვეველი);
- 1 – სუსტად დეგრადირებული;
- 2 – საშუალოდ დეგრადირებული;
- 3 – ძლიერად დეგრადირებული;
- 4 – ძალზე ძლიერად დეგრადირებული (დარღვეული).

დეგრადირებული მიწების ყოველი კონტურისათვის ზიანის რაოდენობა განისაზღვრება (გამოიანგარიშება) შემდეგი ფორმულით:

$$VY = N \cdot S \cdot D \cdot E \cdot A$$

სადაც:

VY– არის მიწების დეგრადაციის შედეგად გარემოზე მიყენებული ზიანის ოდენობა, ლარებში;

N – სასოფლო-სამეურნეო ბრუნვიდან ამოღებული სავარგულების სანაცვლო ახალი მიწების ათვისების საბაზისო ნორმატივი, ლარებში (მონახეთ შესაბამისი მნიშვნელობები ტექნიკურ რეგლამენტში, დანართი 3);

S – დეგრადირებული ნიადაგების ფართობი (ჰა);

D – მიწების დეგრადაციის ხარისხზე დამოკიდებული კოეფიციენტი (მონახეთ შესაბამისი მნიშვნელობები ტექნიკურ რეგლამენტში, დანართი 9);

დაცული ტერიტორიის, ისტორიულ-კულტურული დანიშნულების, რეკრეაციული დანიშნულების მიწების ფარგლებში დეგრადაციის შემთხვევაში დეგრადაციის ხარისხის ცვლილებების გადასაყვანი კოეფიციენტის (**D**) ნაცვლად დგინდება შემდეგი მნიშვნელობები:

- ა) ნაკრძალების მიწების დეგრადაციის შემთხვევაში – 3,0;
- ბ) სხვა დაცული ტერიტორიის მიწების დეგრადაციის შემთხვევაში – 2,5;
- გ) ისტორიულ-კულტურული დანიშნულების მიწის დეგრადაციის შემთხვევაში – 2,0;
- დ) რეკრეაციული დანიშნულების მიწის დეგრადაციის შემთხვევაში – 1,5;
- ე) სხვა მიწების დეგრადაციის შემთხვევაში – 1,0.

E – ტერიტორიის ეკოლოგიური კოეფიციენტი (მონახეთ შესაბამისი მნიშვნელობები ტექნიკურ რეგლამენტში, დანართი 6);

A – მიწის აღდგენის პერიოდის (დროის) ხანგრძლივობაზე დამოკიდებულების გადასაანგარიშებელი კოეფიციენტი (მონახეთ შესაბამისი მნიშვნელობები ტექნიკურ რეგლამენტში, დანართი 7);

მიწების დაბინძურების შედეგად გარემოსათვის მიყენებული მნიშვნელოვანი ზიანი განისაზღვრება ათი ათასი (10 000) ლარითა და მის ზევით.

მიწების დეგრადაციის შედეგად გარემოსათვის მიყენებული მნიშვნელოვანი ზიანი განისაზღვრება ათი ათასი (10 000) ლარითა და მის ზევით.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რომელი ტექნიკური რეგლამენტით სარგებლობენ მიწების დაბინძურებისა და დეგრადაციის შედეგად გარემოსათვის მიყენებული ზიანის განსაზღვრისათვის?
2. ტექნიკურ რეგლამენტში მოძებნეთ ცხრილი, რომელიც წარმოადგენს მიწების დაბინძურების შედეგად გარემოსათვის მიყენებული ზიანის გამოვლისათვის E – ტერიტორიის ეკოლოგიური კოეფიციენტის მნიშვნელობებს.
3. რას უდრის E – ტერიტორიის ეკოლოგიური კოეფიციენტის მნიშვნელობება ქალაქებისა და დასახლებული პუნქტებისათვის?
4. ტექნიკურ რეგლამენტში მოძებნეთ ცხრილი, რომელიც წარმოადგენს H – ნიადაგის დაბინძურების სიღრმის მიხედვით გადასაყვანი კოეფიციენტის მნიშვნელობებს.
5. ტექნიკურ რეგლამენტში მოძებნეთ ცხრილი, რომელიც წარმოადგენს D – მიწების დეგრადაციის ხარისხზე დამოკიდებული კოეფიციენტის მნიშვნელობებს.
6. რას უდრის D – მიწების დეგრადაციის ხარისხზე დამოკიდებული კოეფიციენტის მნიშვნელობა რეკრეაციული დანიშნულების მიწის დეგრადაციის შემთხვევაში?
7. როგორი გრადაცია გამოიყენება მიწების დეგრადაციის შესაფასებლად?



რეკომენდებული ლიტერატურა და სასწავლო მასალები

- ❖ ა. თხელიძე, რ. ლიპარტელიანი, ნ. მუმლაძე, ხ. ხომასურიძე, გ. დანელია „სოფლის მეურნეობის ქიმიზაცია და გარემოს დაცვა“. თბილისი, საუ, 2009 წ.
- ❖ ც. თურქაძე, მ. კუხიანიძე. კომპლექსური მეთოდური მითითებანი ლაბორატორიული სამუშაოებისათვის გარემოს კომპონენტების მდგომარეობის ხარისხობრივი კონტროლისათვის. ქუთაისი, აწსუ, 2015 წ. 422 გვ.
- ❖ ტექნიკური რეგლამენტი „ნიადაგის ნაყოფიერების დონის განსაზღვრის“ და „ნიადაგის კონსერვაციისა და ნაყოფიერების მონიტორინგი“, საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის N 415 დადგენილება
- ❖ ტექნიკური რეგლამენტი გარემოსათვის მიყენებული ზიანის განსაზღვრის (გამოანგარიშების) მეთოდიკა, საქართველოს მთავრობის 2014 წლის N54 დადგენილება
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=jT7-ERu6zYY>
- ❖ <http://www.mcx.ru/news/news/show/36322.174.htm>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=eo2pS9mSZi8>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=YXWp79UKZf4>



თავი 10. შრომის დაცვა და უსაფრთხოება გარემოს დაცვის ტექნიკოსისათვის

10.1. ინდივიდუალური დაცვის საშუალებები

დადგენილი ნორმებით, მავნე- და საშიშპირობებიან სამუშაოებზე დაკავებულ მომუშავე პერსონალი სამუშაო ადგილზე მუშაობისას უნდა იყენებდეს სპეცტანსაცმელს, ფეხსაცმელს და დაცვის სხვა საშუალებებს.

სამუშაო პირობებიდან გამომდინარე, მომუშავეებზე გაიცემა დამცავი ქაღალდები, ღვედები, ჩაჩქანი, დიელექტრიკული ხელთათმანი, ხალიჩა, რეზინის კალოშები, ბოტები, დამცავი სათვალე, შუქფილტრები, ნიღაბი, სამკლავები, აირწინაღი, მუზარადი, ხმაურდამცავი ყურსასმენები და სახშობები, მავნე და საშიში საწარმოო ფაქტორებისაგანდამცავი სხვა სპეციალური მოწყობილობები.

სანიტარიული ნორმების თანახმად მავნე და საშიში საწარმოო ფაქტორებისაგან დამცავი საშუალებები დანიშნულების მიხედვით დაიყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

- მაიზოლირებელი ტანსაცმელი;
- სასუნთქი ორგანოების დაცვის საშუალებები;
- სპეციალური დამცავი ტანსაცმელი;
- სპეციალური ფეხსაცმელი;
- ხელების დაცვის საშუალებები;
- თავის დაცვის საშუალებები;
- სახის დაცვის საშუალებები;
- თვალების დაცვის საშუალებები;
- სმენის ორგანოების დაცვის საშუალებები.

ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების ეფექტური გამოყენება დამოკიდებულია მათ სწორად არჩევაზე და ექსპლუატაციაზე. ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების არჩევისას საჭიროა გათვალისწინებული იყოს საწარმოო პროცესების კონკრეტული პირობები, სპეციფიკა, მომუშავეის ინდივიდუალური თვისებები, მავნე და საშიში ფაქტორების ზემოქმედების ხანგრძლივობა.

სპეციალური დამცავი ტანსაცმელი

დამცავი ტანსაცმლის დანიშნულებაა დაიცვას მომუშავე მავნე და საშიში მექანიკური, ქიმიური და მეტეოროლოგიური ფაქტორებისაგან.

სპეცტანსაცმლის კონსტრუქციამ უნდა უზრუნველყოს ეფექტური დაცვა, ექსპლუატაციის დროს უნდა იყოს მოხერხებული, ტანსაცმლის შიგნით კანის სუნთქვისათვის შექმნას ნორმალური მიკროკლიმატი. სპეცტანსაცმლის ვენტილაცია ხორციელდება ქსოვილისკარგი ჰაერგამტარობის და ტანსაცმელში სპეციალური სავენტილაციო ნახვრეტებისხარჯზე.

სპეცტანსაცმლისათვის განკუთვნილი ქსოვილი არის მკვრივი სტრუქტურის, საკმარისი სისქით, ცვეთისა და გაგლეჯისადმი საკმაო მდგრადობით.

სპეცტანსაცმლის ცვეთამდგრადობის გასაზრდელად, სადაც მექანიკური ცვეთის ფაქტორი მაღალია – მხრებთან, იდაყვებთან, მუხლებთან გათვალისწინებულია ქსოვილის ორმაგი ფენები, საამორტიზაციო სადებები. მათი დანიშნულებაა სახსრების დაცვა ტრავმებისაგან.



სურათი 10.1. სპეციალური დამცავი ტანსაცმელი

მაღალი ტემპერატურების პირობებში სპეცტანსაცმლის ქსოვილი არის ჰაერგამტარი, ჰიგროსკოპული, აორთქლების უნარით. ბამბის ქსოვილი სხვასთან შედარებით უზრუნველყოფს კანიდან ტენის აორთქლებას. შალის ქსოვილი 2-ჯერ მეტ ტენს შთანთქავს ვიდრე ბამბის ქსოვილი და ხასიათდება საკმარისი ცეცხლმედეგობით.

გამდნარი ლითონის ნაპერწკლებისა და შხეფებისაგან დასაცავად წარმატებით გამოიყენება მეტალიზებული ქსოვილები. მტვერგაუმტარი სპეცტანსაცმელი უნდა იყოს შეკერილი მჭიდრო და მკვრივი ქსოვილისაგან.

ქსოვილის წყალგაუმტარობის გასაზრდელად ხდება მისი დამუშავება საჟღენთიხსნარებით.



სპეციალური ფეხსაცმელი

ფეხების დაცვა მექანიკური ზემოქმედებისაგან, წყლისაგან, ნავთობპროდუქტებისაგან, ცხიმისაგან, მაღალი და დაბალი ტემპერატურებისაგან, ელექტროდენის ზემოქმედებისაგან, მჟავა-ტუტეებისაგან, ორგანული გამხსნელებისაგან, რადიოაქტიური ნივთიერებებისაგან, ვიბრაციისაგან ხდება სპეცფეხსაცმლის გამოყენებით. სპეცფეხსაცმელი მზადდება ტყავისაგან, პოლიმერული მასალისაგან ან ნაბადისაგან.

ტყავის ფეხსაცმელი არის მაღალყელიანი, ტყავის ან რეზინის ძირზე. პოლიმერულ მასალებზე დამზადებულს მიაკუთვნებენ რეზინის და პლასტმასის ფეხსაცმელებს.

სპეცფეხსაცმელი კონსტრუქციის მიხედვით შეიძლება იყოს სხვადასხვა სახის: ჩექმა, ნახევარჩექმა, მაღალყელიანი ფეხსაცმელი, ბოტები, კალოშები და სხვ.



სურათი 10.2. სპეციალური ფეხსაცმლის სახეები

სპეცფეხსაცმლის შერჩევა მომუშავეებისათვის ხდება მოქმედი მავნე და საშიში ფაქტორების გათვალისწინებით.

ხელების დაცვის საშუალებები

ხელების ტრავმატიზმი და დაავადებები ვითარდება ფიზიკური და ქიმიური საწარმოო ფაქტორების ზემოქმედების შედეგად.

ფიზიკურ ფაქტორებს მიეკუთვნება: მოწყობილობების ზედაპირების დაბალი დამაღალი ტემპერატურა, ზედაპირების ბასრი ნაწიბურები, ხიწვები, ხორკლიანი ზედაპირი, გამდნარი ლითონის ნაპერწკლები, შხეფები და სხვ.

ქიმიური ფაქტორებია – მჟავები, ტუტეები, ნახშირბადის ოქსიდი, ბენზოლი, გოგირდოვანი ანჰიდრიდი, აზოტის ოქსიდები, გამხსნელები, ნავთობპროდუქტები და სხვ.



ზოგადი
სამუშაოსათვის
დაბალი
ტემპერატურიდან



გამათბობელი, ბამბის,
ანტიბაქტერიული
დაფარვით



თერმოდაცვა,
ცეცხლგამძლე



ზეთგამძლე



ლატექსის ხელთათმანი,
მოცურების
საწინააღმდეგო დაფარვით

სურათი 10.3. სპეციალური ხელის დაცვის საშუალებები



მანქანათმშენებლობაში პროფესიული დაავადებების $\approx 32\%$ მოდის ხელებისვიბრაციულ დაავადებებზე. მექანიკურ საამქროებში ხშირია ხელების გაჭუჭყიანება საპოხსაზე-გასაციებელი სითხეებით. ლეგირებული ფოლადის დამუშავებისას, მასში შემავალი ქრომი და ნიკელი იწვევენ ხელების კანის ალერგიულ დაავადებებს. გაღვანურსაამქროებში მომუშავეები ხშირად ავადდებიან ხელების მტევნების ეგზემით დადერმატიტით. კანის მწვავე დაავადებებს იწვევს ორგანული გამხსნელები, ეპოქსიდური დასხვა ფისები.

ხელების ტრავმა შეიძლება იყოს თერმული დამწვრობის, კანის დაჭრის დაგახვრეტის სახით. ყოველივე ეს გათვალისწინებული უნდა იყოს ხელების დაცვის საშუალებების შერჩევისას.

მექანიკური ზემოქმედებისაგან ხელების დაცვის საშუალებებია: ბამბის სელის ქსოვილის კომბინირებული სამკლავური; ბამბის ქსოვილის ხელთათმანი; ბამბის ნართის ტრიკოტაჟის ხელთათმანი.

ქიმიური რეაგენტებისაგან ხელების დაცვის საშუალებებია: ლატექსის მჟავადამცავი ხელთათმანი; დაბალაგრესიული ხსნარებისაგან დამცავი რეზინის ხელთათმანი, მარილხსნარებისაგან, წყლისაგან ხელების დამცავი რეზინის ხელთათმანი, საშუალო კონცენტრაციის მჟავებისაგან, ტუტეებისაგან, მარილებისაგან, ზეთებისაგან, ფხვიერი და მშრალი ნივთიერებებისაგან დამცავი რეზინის ხელთათმანი, აკუმულატორის მჟავებისაგან და ტუტეებისაგან დამცავი მჟავამდეგი ხელთათმანი.

დაბალი და მაღალი ტემპერატურებისაგან ხელების დაცვის საშუალებებია: თერმული დამწვრობებისაგან და დაბალი ტემპერატურისაგან დამცავი მაუდის ხელთათმანი, დაბალი ტემპერატურებისაგან დამცავი ბამბის ხელთათმანი, მაღალი ტემპერატურებისაგან დამცავი შალის ხელთათმანი, გამდნარი ლითონის ნაპერწკლებისაგან და შხეფებისაგან დამცავი ბრეზენტის ხელთათმანი,

ელექტრული დენის ზემოქმედებისაგან ხელების დაცვის საშუალებებია: დიელექტრული რეზინის ხელთათმანი, უნაკერო დიელექტრიკული ხელთათმანი.

თავის დაცვის საშუალებები

სხვადასხვა სამუშაოების შესრულებისას მომუშავეების თავის დაცვა ხდება ჩაჩქანით. ჩაჩქანი იცავს თავს მექანიკური ტრავმებისაგან, დამწვრობებისაგან, აგრესიული გარემოსაგან, ელექტრული დენისაგან.

ჩაჩქანი მზადდება სხვადასხვა ტიპის პლასტმასისაგან, ხელოვნური ტყავისაგან, პოროლონისაგან. შესაკრავად გამოყენებულია აბრეშუმის ან რიპსის თასმა. ჩაჩქანის კორპუსი შესრულებულია დაბალი წნევის პოლიეთილენისაგან და პლასტიკისაგან, რომლებიც ხასიათდებიან სიმსუბუქით, ქიმიურად აგრესიული არეების მიმართ საკმარისი მდგრადობით.

დამცავი ჩაჩქანის შეფერილობა მრავალნაირია: თეთრი, შავი, ყავისფერი, წარინჯისფერი, ყვითელი, მწვანე.



დამცავი ჩაფხუტები



**დამცავი ჩაფხუტი
სათვალებით**



**დამცავი ჩაფხუტი
ეკრანით**

სურათი 10.4. დამცავი ჩაფხუტები

სახის დაცვის საშუალებები

სახის დაცვის საშუალებებს მიეკუთვნება: ფარი თავისათვის, მუზარადი და სახის, კისრის, ყურების დასაცავი კომბინირებული საშუალებები.

თვალის დაცვის საშუალებები

სამუშაო ხასიათის მიხედვით თვალზე მოქმედი საწარმოო ფაქტორებია: მექანიკური, ქიმიური, თერმული. გარდა ამისა თვალის დაზიანების მიზეზი შეიძლება იყოს ზემაღალი სიხშირის დენები და გამოსხივებები. უდიდეს ჯგუფს წარმოადგენს მექანიკური ტრავმები.

მექანიკური ტრავმების გამომწვევები მიზეზია თვალში უცხო სხეულის მოხვედრა. მსუბუქი დაზიანებები გამოწვეულია ჰაერში შეტივტივებულ მდგომარეობაში მყოფი წვრილი ფერფლის, გრაფიტის, მტვრის, ბურბუშელას ნაწილაკებით.

თვალის მძიმე დაზიანებების გამომწვევია ლითონის დამუშავების დროს წარმოქმნილი ნატეხები, მსხვილი ბურბუშელა და სხვა. ლითონის დნობის, ელექტრო- და აირშედულების დროს გამოყოფილი სხივური ენერგია აზიანებს თვალს. ინფრაწითელი გამოსხივება წარმოიქმნება თერმულ საამქროებში ლითონის დნობის, მირჩილის, წრთობის, მოწვის დროს.

თვალის დამცავი სათვალები მრავალნაირია. თვალის დაცვის საშუალებების ეფექტურობა დამოკიდებულია სწორ არჩევაზე, ინდივიდუალურ მორგებაზე, საიმედო ფიქსაციაზე, მათ მოვლაზე და შენახვაზე.



დამცავი ნილაბი



დამცავი სათვალები

სურათი 10.5. სახისა და თვალის დაცვის საშუალებები



სმენის ორგანოების დაცვის საშუალებები

სმენის ორგანოების დაცვის საშუალებები შეირჩევა სამუშაო ზონაში ხმაურის დონიდან და მახასიათებლებიდან გამომდინარე.

სმენის ორგანოების დაცვის საშუალებები ითვლება სწორად შერჩეულ, თუ სამუშაო ზონაში, ინდუცირებული საშუალებების გამოყენებით, ხმაურის დონეები არ აღემატება ზღვრულ დასაშვებ მნიშვნელობებს.

სმენის ორგანოების დაცვის ყველა საშუალება არის ორი ტიპის: საყურისები, ერთჯერადი და მრავალჯერადი გამოყენების სადებები.



ერთჯერადი ყურის
დამცავი საცობი



მრავალჯერადი ყურის
დამცავი საცობი



ხმაურსაწინააღმდეგო ყურის
დამცავი ყურსასმენი



ჩაჩქანი ყურსასმენით

სურათი 10.6. სმენის ორგანოების დაცვის საშუალებები

სასუნთქი ორგანოების დაცვის საშუალებები

სასუნთქი ორგანოების დაცვის საშუალებებია: სამრეწველო რესპირატორები და აირწინაღები. მათი დანიშნულებაა ადამიანების დაცვა მავნე აეროზოლების, აირების, ორთქლის ზემოქმედებისაგან, თუ სამუშაო გარემოში მათი შემცველობა აღემატება ზღვრულ დასაშვებ კონცენტრაციას.

მფილტრავი ტიპის მოწყობილობებს მიეკუთვნება აეროზოლსაწინააღმდეგო დამტვერსაწინააღმდეგო რესპირატორები.

მფილტრავი რესპირატორები და აირწინაღები მოიხმარება იმ შემთხვევაში, თუ ჟანგბადის შემცველობა ატმოსფეროში საკმარისია (19 მოც.%).

მათი გამოყენება დაუშვებელია ძნელადმისაღწევ სათავსებში, დახურულ-დახშულ სივრცეებში (ჭები, მილგაყვანილობები და სხვ.), ასევე ავარიულ სიტუაციებში, როცა მავნე ნივთიერებების შემცველობა სამუშაო გარემოში უცნობია.

რესპირატორი

მოწყობილობა (ფილტრიანი ნილაბი ან ნახევარნილაბი) სასუნთქი ორგანოების დასაცავად მავნე აირებისა და მტვრისაგან.



სურათი 10.7. რესპირატორები მტვერაირადი გაფრქვევისაგან თავდაცვისათვის (ერთჯერადი გამოყენების)

სურ.10.7-ის I პოზიციაზე წარმოდგენილია 3M™ 9926P აეროზოლის საწინააღმდეგო რესპირატორი იცავს მჟავე აირების დაბალი კონცენტრაციისაგან და ზომიერი კონცენტრაციისაგან მცირედისპერსიული მტვრის, ნისლის, კვამლის, რომლებიც ჩნდება შედუღების ან ლითონების ჩამოსხმის დროს. აქტივირებული ნახშირის დამცავი ფენა. გამოიყენება ელექტროლიტებთან მუშაობის დროს აკუმულატორების წარმოებაში, მჟავებთან მუშაობისას. დაცვის ხარისხი: 12 ზდკ–მდე მყარი და თხევადი ნაწილაკებისთვის, ზდკ–ზე ქვევით – მჟავე აირებისთვის.

სურ.10.7-ის II პოზიციაზე წარმოდგენილია 3M™ ეკონომ სერიის რესპირატორი ამოსუნთქვის სარქველით. დაცვის ხარისხი: 12 ზდკ–მდე მყარი და თხევადი ნაწილაკების პირობებში. რესპირატორის კომფორტული ფიალისებური ფორმა, მჭიდროდ ეკვრის და მიესადაგება ყველა ტიპის სახეს. ამოსუნთქვის სარქველს ეფექტურად გაყავს სითბო და ტენი და განაპირობებს სუნთქვის სიმსუბუქეს.



სურათი 10.8. რესპირატორის გამოყენების მაგალითები

სურ.10.7-ის III პოზიციაზე წარმოდგენილი რესპირატორი გამოიყენება ყველაზე მძიმე საწარმოო პირობებში, 50 ზდკ–მდე მყარი და თხევადი ნაწილაკების პირობებში. გამოიყენება მთელი სამუშაო დროის განმავლობაში.

აქვს მოხერხებული ფიალისებური ფორმა და მყარი გარე ფენა, რაც განაპირობებს სახეზე მაქსიმალურ მორგებას. ამოსუნთქვის სარქველი უზრუნველყოფს ეფექტურ და კომფორტულ დაცვას მაღალი ტემპერატურის და სინესტის პირობებში, ხელს უშლის დამცავი სათვალეების დაორთქვლას.

სურ.10.7-ის IV პოზიციაზე წარმოდგენილი რესპირატორი გამოიყენება მცირედისპერსიული მტვერის, ორგანული და წყლის ორთქლის გარემოში. რესპირატორი ძირითადად გამოიყენება მრეწველობის



დარგებში: სოფლის მეურნეობა, საავტომობილო მრეწველობა, ქიმიური მრეწველობა, მშენებლობა, თუჯისა და ფოლადის წარმოება, ლითონზე მუშაობა, ხის დამუშავება.

რესპირატორში გამოყენებულია ახალი მოდიფიკაციის ფილტრი, რომელიც შეიქმნა სუნთქვის გაადვილების მიზნით. რესპირატორის რელიეფურ ზედა პანელს ეფექტურად გაყავს წარმოქმნილი სითბო და ტენი და ამცირებს დამცავი სათვალის ოფლიანობას.

თანამედროვე კონსტრუქციის ნახევარნიღბები და მთლიანი სახის ნიღბებში გამოყენებულია ფილტრის შეცვლის სისტემა. ასეთი ნიღბები შესაძლებელია მრავალჯერადად გამოვიყენოთ სხვადასხვა დანიშნულების ფილტრებთან კომბინაციით. შექმნილია ფილტრები, რომლებიც განაპირობებენ ეფექტურ დაცვას აირებისგან, ორთქლისგან და მტვრის ნაწილაკებისგან.

რესპირატორი PPIF 67 ცვლადი ფილტრით (რუსული წარმოების)



სურათი 10.9. რესპირატორი PPIF 67 ცვლადი ფილტრით

ნახევარნიღბი მტვერაირადი და აირადი გაფრქვევების საწინააღმდეგოდ. იცავს მხოლოდ სასუნთქ ორგანოებს მავნე ნივთიერებების 10-15 ზდგ-ს პირობებში. თვალელები და სახე რჩება ღია.

ყურადღება:

არ გამოიყენება ქლორის, ციანმჟავასა და სხვა არომატული ქლორშემცველი ნაერთებისაგან თავის დასაცავად!



ნახევრადნიღაბის სახის რესპირატორი 3M™ 6900 ცვლადი ფილტრით
(დიდი ბრიტანეთის წარმოების)



სურათი 10.10. რესპირატორი 3M™ 6900 ცვლადი ფილტრით

წარმოდგენილი ნახევრადნიღაბი გამოიყენება თავდაცვის საშუალებად ქიმიური დამუშავების, სამთო მრეწველობის, ლაბორატორიული გამოკვლევებისა და ფარმაცევტიკაში.

ნიღაბს აქვს ბაიონეტური სამაგრი, რომელიც იძლევა საშუალებას მიაერთო მსუბუქი ფილტრების წყვილი. ფილტრები შესაძლებელია შეირჩეს საწარმოს სპეციფიკიდან გამომდინარე, იმის გათვალისწინებით თუ რა მავნე აირების და მტერის გამოფრქვევა ხდება სამუშაო ზონაში.

სისტემა Drop-Down იძლევა საშუალებას მოიხსნა ნახევრად ნიღაბი ისე, რომ არ მოიხსნა კასკა, სათვალე, ფარი. ყველა ეს მახასიათებელი ქმნის მომხმარებლის დიდ კომფორტს. კარგად კომპლექტდება 3M™ 2890 დახურულ სათვალეებთან და სხვადასხვა ღია სათვალეებთან. ნიღაბს აქვს ჰაერის იძულებითი მიწოდების სისტემის მიერთების შესაძლებლობა. გამოდის 3 ზომის: S,M,L. სილიკონის წაღმა პირი ინარჩუნებს სახის ტემპერატურას.

ნახევრადნიღაბის სახის რესპირატორი 3M™ 6300 ცვლადი ფილტრით
(დიდი ბრიტანეთის წარმოების)



სურათი 10.11. რესპირატორი 3M™ 6300 ცვლადი ფილტრით

მსუბუქი ნახევრად ნიღაბი 6300 არ ზღუდავს ხედვას, არ ითხოვს განსაკუთრებულ მოვლას, გამოირჩევა სიმარტივით და კომფორტით. ფილტრები მიეწოდება ცალკე. აქვს შემდეგი მახასიათებლები:



- 2 ფილტრიანი კონსტრუქცია,
 - ფილტრების ბაიონეტური დამაგრება–საიმედო დამაგრება ერთი მარტივი მოძრაობით,
 - ფილტრების დიდი არჩევანი სხვადასხვა საწარმოო პირობებისთვის
 - მსუბუქი კონსტრუქცია,
 - განაპირობებს მომხმარებლის ხედვის ფართო არეალს
 - დარტყმის ამტანი,
 - ნაკაწრების მიმართ მდგრადი პოლიკარბონატის ლინზა,
 - რბილი, ჰიპოალერგენის წაღმა ნაწილი ელასტომერისგან
 - არ ზღუდავს მეტყველებას
- ითხოვს მინიმალურ მოვლას.

მთლიანი სახის რესპირატორი 3M™ 6900 ცვლადი ფილტრით
(დიდი ბრიტანეთის წარმოების)



სურათი 10.12. რესპირატორი 3M™ 6900 ცვლადი ფილტრით

3M™ 6000-იანი სერიის მთლიანი სახის რესპირატორის მოხმარების სფეროა სამშენებლო, ინდუსტრიული ქიმიური წარმოება. გამოირჩევა კომფორტულობით.

მახასიათებლები:

- მსუბუქი წონით 400 გრ
- რბილი პლასტიკის ჰიპოალერგიული სახის წინა ნაწილი
- მოითხოვს მინიმალურ მოვლას
- 3 ზომა- ერგება ყველანაირი სახის ფორმებს
- შექმნილია დარტყმისგან გამძლე მასალით, წინა ლინზა არ იჩხაპნება და არ იოროთქლება
- უზრუნველყოფს მომხმარებლისთვის ფართო ხედვით კუთხეს
- გააჩნია 4 სამაგრი სარტყელი თავზე კომფორტულად და მარტივად მორგებისათვის
- ადვილია ნილბის მორგება და მოხსნა
- გააჩნია კარგად დაბალანსებული გამომავალი სარველი 3M Cool Flow
- პარაბოლისებური დიზაინი უზრუნველყოფს ეფექტურად არეგულიროს სითბო და ტენიანობა
- მარტივია ფილტრების მორგება
- ორ ფილტრიანი სტრუქტურა ოპტიმალურად დაბალანსებულია
- აქვს ყველაზე განიერი ხედვითი კუთხის შესაძლებლობა



- ბაიონეტური ფილტრების სამაგრი - უსაფრთხოდ მაგრდება ერთი ჩაწკაპუნებით
- გააჩნია ფილტრაციის ფართო არჩევანი სხვადასხვა მძიმე სამუშაო პირობებისთვის.

აირწინალები წარმოადგენენ აპარატებს, რომლებიც გამოიყენება მავნე აირებისაგან თავდაცვისათვის, აღჭურვილია ჰაერის მიწოდების მილებიანი სისტემით და უზრუნველყოფენ მომუშავეს სასუნთქი ჰაერით.

დახურულ სივრცეში უსაფრთხო სამუშაოების წარმართვისათვის, როდესაც შეიძლება დაგროვდეს მავნე აირადი ნივთიერებები კონცენტრაციით 0,5% და მეტი და ჟანგბადის შემცველობით 16%-ზე ნაკლები, გამოიყენება სხვადასხვა სახის აირწინალები.

აირწინალებში გამოიყენება სხვადასხვა სახის ფილტრები, რომლებიც შესაძლებლობას იძლევა უზრუნველყოთ თავდაცვა ნებისმიერი კონცენტრაციის აირადი ქიმიური ნივთიერებებისაგან. ამ დროს მავნე აირებისაგან და ორთქლისაგან ჰაერის გაწმენდა ხორციელდება ფიზიკურ-ქიმიური პროცესებით – აბსორბციით, ქემოსორბციით, კატალიზით, აეროზოლებისაგან – ბოჭკოვან მასალაში ფილტრაციით.

მაიზოლირებელი აირწინალის გამოყენებისას სასუნთქი ორგანოები იზოლირებულია სათავსის საჰაერო გარემოსგან და სუნთქვისათვის საჭირო ჰაერი ბალონიდან მიეწოდება.

აირწინალი

სასუნთქი ორგანოების და სახის დასაცავი ინდივიდუალური საშუალება.



სურათი 10.13. აირწინალები

აღნიშნული აირწინალებში შესაძლებელია ჩავდოთ სხვადასხვა სახის ფილტრები. ფილტრების შერჩევა ხდება სამუშაო გარემოში არსებული ნივთიერებების სახისა და თვისებების მიხედვით. თითოეული სახის ფილტს გააჩნია თავისი მარკა და ინდივიდუალური კოდური ფერი.

მაგალითად, ცხრილში მოყვანილია ზოგიერთი სახის ფილტრების მახასიათებლები.



ფილტრის მარკა	ფილტრის კოდური ფერი	მავნე ნივთიერება, რომლისგანაც დაცვა უზრუნველყოფილია
A	ყავისფერი	ორგანული ნაერთების ორთქლი და აირები, რომელთა დუღილის ტემპერატურა არ აღემატება 65 °C. ბენზოლი და მისი ჰომოლოგები, გოგირდნახშირბადი და სხვა.
B	ნაცრისფერი	მჟავა აირები და ორთქლი, გარდა CO, ქლორი, ფტორი, გიგირდწალბადი.
E	ყვითელი	მჟავა აირები და ორთქლი - გოგირდის დიოქსიდი, გიგირდმჟავა, აზოტმჟავა და სხვა.
K	მწვანე	ამიაკი და მისი ნაწარმები
P	თეთრი	აეროზოლები (მტვერი, ნისლი, კვამლი), ბაქტერიები და ვირუსები
Γ	შავი ყვითელით	ვერცხლისწყალი და ვერცხლისწყლის ორგანული ნაერთები
Hg-P3	წითელი, თეთრი	ვერცხლისწყლის ორთქლი და აეროზოლი

სამუშაო ზონაში თავდაცვისათვის ფართო გამოყენება ჰპოვა ახალი, კომპაქტური და მსუბუქი კონსტრუქციის აირწინაღობა 3M™ Versaflo™.

3M™ Versaflo TR-300 იძლევა მუშაობის საშუალებას ადამიანის ჯანმრთელობისთვის მავნე ზონებში. აღჭურვილია ნაკადის ავტომატური მართვის, ხმოვანი და ვიზუალური გაფრთხილების სისტემით, რომელიც რეაგირებს ჰაერის ნაკადის შემცირებაზე და ბატარეის დატენვაზე.



სურათი 10.14. აირწინაღი 3M™ Versaflo TR-300

ბატარეის სინათლის დიოდური ინდიკატორები აჩვენებენ დატენვის დონეს. ნაკრები შეიცავს: ტურბობლოკს VersafloTR-300, წინასწარი გაწმენდის მტვრის შემწოვ ფილტრს, სტანდარტულ ღვედს, მაღალი ტევადობის ბატარეების ბლოკს, დამტენი მოწყობილობას, სასუნთქ მილებს (სიგრძის რეგულირებით), ჰაერის ნაკადის ინდიკატორს.

ფილტრები: აეროზოლის საწინააღმდეგო, დაცვა მტვრისაგან და ორგანული აირებისგან. დაცვა მჟავების აირების ორთქლისაგან.



სურათი 10.15. 3M™ Versaflo TR-300 აირწინალის გამოყენების შემთხვევები



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. ჩამოთვალეთ ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების ჯგუფები დანიშნულების მიხედვით
2. რა დანიშნულება აქვს ჩაფხუტს?
3. სასუნთქი ორგანოების დაცვის რა საშუალებები არსებობს?
4. რას ეწოდება რესპირატორი? რა შემთხვევებში ვიყენებთ მას?
5. აღწერეთ ცვლადი ფილტრის მქონე რესპირატორის დადებითი მხარეები
6. რას წარმოადგენს აირწინალი? რა შემთხვევებში ვიყენებთ მას?



10.2. შრომისათვის კომფორტული პირობების უზრუნველყოფა საწარმოო სათავსოში. საწარმოო სათავსოთა მიკროკლიმატი

შრომისათვის კომფორტული პირობების შექმნა უზრუნველყოფს ჯანმრთელობის შენარჩუნებას და შრომის პროცესის მახასიათებლების გაუმჯობესებას. კომფორტული პირობების შექმნა ითვალისწინებს გარემოს მრავალი პარამეტრის და შრომის პროცესის მახასიათებლების უზრუნველყოფას ოპტიმალურ დონეზე: ნეგატიური ფაქტორების დასაშვები დონეების შენარჩუნება და რაც შეიძლება შესაძლო მინიმალურ დონემდე დაყვანა, შრომისა და დასვენების რაციონალური რეჟიმი, კარგი ფსიქოლოგიური სამუშაო გარემო კოლექტივში.

საწარმოო სათავსი

ჩაკეტილი სივრცე სპეციალურად განკუთვნილ შენობებსა და ნაგებობებში, რომლებშიც (ცვლებში) ან პერიოდულად (სამუშაო დღის განმავლობაში) ხორციელდება ადამიანის შრომითი საქმიანობა.

საწარმოო სათავსოს სამუშაო ადგილებზე კომფორტული პირობების შექმნაში ერთერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორია კლიმატური პირობები.

საწარმო სათავსი არის საწარმო გარემოს დახურული სივრცე, სადაც მუდმივად ან პერიოდულად სამუშაო ცვლის განმავლობაში ხორციელდება შრომითი მოღვაწეობა, რომელიც დაკავშირებულია სხვადასხვა სახის წარმოებასთან, მათ ორგანიზაციასთან, კონტროლთან და მართვასთან. საწარმოო სათავსოებში არის სამუშაო ადგილები. სათავსოს ის ნაწილი, სადაც სამუშაო ცვლის განმავლობაში ხორციელდება შრომითი მოღვაწეობა- არის სამუშაო ადგილი.

სამუშაო ადგილი

შენობის უბანი, სადაც სამუშაო ცვლის ან მისი მონაკვეთის განმავლობაში ხორციელდება შრომითი საქმიანობა. სამუშაო ადგილს შეიძლება წარმოადგენდეს საწარმოო სათავსოს რამდენიმე უბანი. თუ ეს უბნები განლაგებულია მთელ სათავსოში, მაშინ სათავსოს მთელი ფართობი ითვლება სამუშაო ადგილად.



სურათი 10.17. სამუშაო ადგილი სხვადასხვა სახის დაწესებულებაში



სამუშაო ადგილი შეიძლება იყოს :

1. მუდმივი, სადაც მომუშავე ატარებს თავისი სამუშაო დროის დიდ ნაწილს (არა ნაკლებ 50% ან არა ნაკლებ 2 სთ მუდმივად).

2. დროებით, სადაც მომუშავე ატარებს თავის სამუშაო დროის მცირე ნაწილს (50% ნაკლები ან 2 საათზე ნაკლები)

სამუშაო გარემო ხასიათდება განსაზღვრული ტემპერატურით, ტენიანობით, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარით და სხვა. მათი ერთობლიობა ქმნის მიკროკლიმატს.

საწარმოო სათავსების მიკროკლიმატის დამახასიათებელი მაჩვენებლებია:

- ა) ჰაერის ტემპერატურა;
- ბ) ზედაპირების ტემპერატურა*;
- გ) ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა;
- დ) ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე;
- ე) სითბური გამოსხივების ინტენსივობა.

მიკროკლიმატი

1. დაწესებულებაში და შიდა სახლში არსებული კლიმატი, რაც განისაზღვრება ტემპერატურით, ტენიანობით და სხვა აბიოტური ფაქტორებით.

2. დედამიწის ზედაპირის ერთი გარკვეული უბნის კლიმატი (პატარა სივრცის), რომელიც განსხვავდება მის გარშემო არსებული ტერიტორიის კლიმატისაგან.

მიკროკლიმატის ადამიანზე არახელსაყრელი მოქმედების თავიდან აცილების მიზნით ყველა სახის საწარმოო სათავსის სამუშაო ადგილზე აუცილებელია დაცულ იქნას მოთხოვნები, რომელიც რეგულირდება ტექნიკური რეგლამენტით: საწარმოო გარემოს ფიზიკური ფაქტორები ჰიგიენური მოთხოვნები საწარმოო სათავსების მიკროკლიმატისადმი სანიტარიული წესები და ნორმები (დამტკიცებულია საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 15 იანვრის N69 დადგენილებით).

მოცემულ ტექნიკურ რეგლამენტში აღნიშნულია:

„საწარმოების, ორგანიზაციებისა და დაწესებულებების ხელმძღვანელები, საკუთრებისა და დაქვემდებარების ფორმების მიუხედავად, ვალდებული არიან საწარმოო კონტროლის უზრუნველყოფის წესით მოაწესრიგონ სამუშაო ადგილები წინამდებარე სანიტარიული წესებით გათვალისწინებული მიკროკლიმატისადმი მოთხოვნების შესაბამისად.

სანიტარიული წესები და ნორმები ადგენს ჰიგიენურ მოთხოვნებს საწარმოო სათავსების სამუშაო ადგილების მიკროკლიმატის მაჩვენებლების მიმართ, მომუშავეთა ენერგობაზრჯვის ინტენსივობის, შესრულებული სამუშაოს დროისა და წლის პერიოდის გათვალისწინებით. შეიცავს მოთხოვნებს მიკროკლიმატური პირობების გაზომვისა და კონტროლის მეთოდების მიმართ.

მიკროკლიმატის მაჩვენებლები უნდა უზრუნველყოფდნენ გარემოსთან ადამიანის სითბური მდგომარეობის შენარჩუნებას და ორგანიზმის ოპტიმალური ან დასაშვები სითბური მდგომარეობის შენარჩუნებას“.



10.3. მიკროკლიმატის ოპტიმალური და დასაშვები პირობები

ოპტიმალური მიკროკლიმატის პირობები უზრუნველყოფენ თბური კომფორტის შეგრძნებას 8 სთ სამუშაო ცვლის განმავლობაში, არ იწვევენ ჯანმრთელობის გადახრას.

მიკროკლიმატის მაჩვენებლების ოპტიმალური სიდიდეები აუცილებლად უნდა იქნეს დაცული საწარმოო სათავსის იმ სამუშაო ადგილებზე, სადაც სრულდება ნერვულ-ემოციურ დამაბზასთან დაკავშირებული ოპერატორული ტიპის სამუშაო (კაბინეტებში, ტექნოლოგიური პროცესების მართვის პულტებსა და პოსტებზე, გამოთვლითი ტექნიკის დარბაზებში და სხვა).

მოქმედ ტექნიკურ რეგლამენტში მიკროკლიმატის ოპტიმალური პირობები წარმოდგენილია ცხრილის სახით და ითვალისწინებს სამუშაო ადგილებზე მიკროკლიმატის ოპტიმალურ პარამეტრებს წლის თბილ და ცივ პერიოდებში სხვადასხვა კატეგორიის სამუშაოების შესრულების დროს.

ცხრილი 10.2

**საწარმო სათავსოების სამუშაო ადგილების მიკროკლიმატის
მაჩვენებლების ოპტიმალური სიდიდეები**

წელიწადის პერიოდი	ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე, მ/წმ	სამუშაოს კატეგორია ენერგო ხარჯვის მიხედვით, ვტ	ჰაერის ტემპერატურა, °C	ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, %
ცივი	0,1	Iა (139-მდე)	22-24	40-60
	0,1	Iბ (140-174)	21-23	40-60
	0,2	IIა (175-232)	19-21	40-60
	0,2	IIბ (233-290)	17-19	40-60
	0,3	III (290 ზემოთ)	16-18	40-60
თბილი	0,1	Iა (139-მდე)	23-25	40-60
	0,1	Iბ (140-174)	22-24	40-60
	0,2	IIა (175-232)	20-22	40-60
	0,2	IIბ (233-290)	19-21	40-60
	0,5	III(290 ზემოთ)	18-20	40-60

წლის ცივი პერიოდი – წლის პერიოდი, რომელიც ხასიათდება ჰაერის დღე-ღამის საშუალო ტემპერატურით (+ 10°C და ნაკლები).

წლის თბილი პერიოდი – წლის პერიოდი, რომელიც ხასიათდება + 10°C-ზე მაღალი დღე-ღამის საშუალო ტემპერატურით.

1-ა კატეგორიას მიეკუთვნება სამუშაოები, რომელებიც ხორციელდება დამჯდარი ან მსუბუქი ფიზიკური დამაბულობით და ენერგიის ხარჯვის ინტენსივობა არ აღემატება 139 ვტ.

1-ბ კატეგორიას მიეკუთვნება სამუშაოებები, რომელიც სრულდება დამჯდარი, დაკავშირებულია სიარულთან და თან ახლავს ფიზიკური დამაბულობა. ენერგიის ხარჯვის ინტენსივობა 140-174 ვტ.

2-ა კატეგორიას მიეკუთვნება სამუშაოები ენერგოხარჯვის ინტენსივობით 175-232 ვტ. ისინი დაკავშირებულია მუდმივ სიარულთან, მსუბუქი საგნების (1 კგ-მდე) გადატანასთან დამჯდარ ან დამდგარ მდგომარეობაში. მოითხოვენ გარკვეულ დამაბულობას.



2-ბ კატეგორიას მიეკუთვნება სამუშაოები ენერგიის ხარჯვის ინტენსივობით 233-290 ვტ. ისინი დაკავშირებულია მუდმივ მოძრაობასთან, გადაადგილებასთან და მნიშვნელოვანი სიმძიმის (10 კგ-მდე) ტვირთის გადატანასთან.

3 კატეგორიას მიეკუთვნება სამუშაოები ენერგიის ხარჯვის ინტენსივობით 290 ვტ. ისინი დაკავშირებულია მუდმივ გადაადგილებასთან და მნიშვნელოვანი სიმძიმის (10 კგ მეტი) გადატანასთან. მოითხოვს დიდ ფიზიკურ ძალას.

დასაშვები მიკროკლიმატის პირობები არ იწვევენ ჯანმრთელობის გადახრას, მაგრამ შეიძლება გამოიწვიონ თბური დისკომფორტის შეგრძნება, მდგომარეობის გაუარესება.

ცხრილი 10.3

**საწარმოო სათავსოთა სამუშაო ადგილების
მიკროკლიმატის მაჩვენებლების დასაშვები სიდიდეები**

წელიწადის პერიოდი	სამუშაოს კატეგორია	ჰაერის ტემპერატურა °C.	ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა, %	ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე	
				ოპტიმალური მნიშვნელობის დაბალზე ტემპერატურათა ზემოქმედებისას არაუმეტეს	ოპტიმალური მნიშვნელობის მაღალზე ტემპერატურათა ზემოქმედებისას არაუმეტეს
ცივი	Iა (139 ვტ-მდე)	20-25	15-75	0,1	0,1
	Iბ (140-174 ვტ)	19-24	15-75	0,1	0,2
	IIა (175-232 ვტ)	17-23	15-75	0,1	0,3
	IIბ (233-290 ვტ)	15-22	15-75	0,2	0,4
	III (290 ვტ >)	13-21	15-75	0,2	0,4
თბილი	Iა (139 ვტ <)	21-28	15-75	0,1	0,2
	Iბ (140-174 ვტ)	20-28	15-75	0,1	0,3
	IIა (175-232 ვტ)	18-27	15-75	0,1	0,4
	IIბ (233-290 ვტ)	16-27	15-75	0,2	0,5
	III (290 ვტ >)	15-26	15-75	0,2	0,5

შენიშვნა: როდესაც სამუშაო ადგილზე ჰაერის ტემპერატურა 25°C და მეტია ფარდობითი ტენიანობის სიდიდეები არ უნდა სცილდებოდეს ზღვრებს:

- 70% - 25°C ტემპერატურაზე
- 65% - 26°C ტემპერატურაზე
- 60% - 27°C ტემპერატურაზე
- 55% - 28°C ტემპერატურაზე.

როდესაც ტემპერატურა 26-28 °C, თბილი პერიოდისათვის მითითებული ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე უნდა შეესაბამებოდეს დიაპაზონს:

- 0,1 – 0,2 მ/წმ - 1-ა კატეგორიის სამუშაოებისათვის;
- 0,1 – 0,3 მ/წმ - 1-ბ კატეგორიის სამუშაოებისათვის;
- 0,2 – 0,4 მ/წმ - 2-ა კატეგორიის სამუშაოებისათვის;
- 0,2 – 0,5 მ/წმ - 2-ბ კატეგორიის სამუშაოებისათვის.



10.4. საწარმოო სათავის მიკროკლიმატის მაჩვენებლების დახასიათება და გაზომვა

ჰაერის ტემპერატურა გვიჩვენებს ჰაერის გათბობის ხარისხს, გამოისახება გრადუსებში. ჰაერის ტემპერატურა ახდენს დიდ გავლენას ადამიანის თბოცვლაზე. მაღალი ტემპერატურა ამცირებს, ხოლო დაბალი ადიდებს სითბოს გაცემის შესაძლებლობას. სითბო გადაეცემა სხეულიდან, რომელსაც მაღალი ტემპერატურა აქვს, სხეულზე დაბალი ტემპერატურით. სითბოს გადაცემის ინტენსივობა დამოკიდებულია სხეულების ტემპერატურათა სხვაობაზე (ჩვენს შემთხვევაში-ეს ადამიანის სხეულის ტემპერატურაა და გარშემო მყოფი საგნებისა და ჰაერის ტემპერატურა) და ტანსაცმლის თბოიზოლაციის თვისებებზე.

ადამიანის ორგანიზმში ფიზიოლოგიური პროცესების ნორმალურად მსვლელობისათვის საჭიროა ორგანიზმის მიერ გამოყოფილი სითბო სრულად გადავიდეს გარემოში. როდესაც ეს პირობა სრულდება, დგება კომფორტის პირობები და ადამიანი არ შეიგრძნობს შემაწუხებელ თბურ შეგრძნებას - სიცხეს და გადახურებას.

ადამიანის სხეულის საშუალო ტემპერატურა - 36.5°C . ამ პარამეტრის უმნიშვნელო ცვლილებაც კი იწვევს ადამიანის ფიზიკური მდგომარეობის გაუარესებას.

ადამიანის ტანსაცმელს გააჩნია თბომაიზოლირებელი თვისებები: რაც უფრო თბილია ტანსაცმელი, მით უფრო მცირე რაოდენობის სითბო გადადის გარემოში.

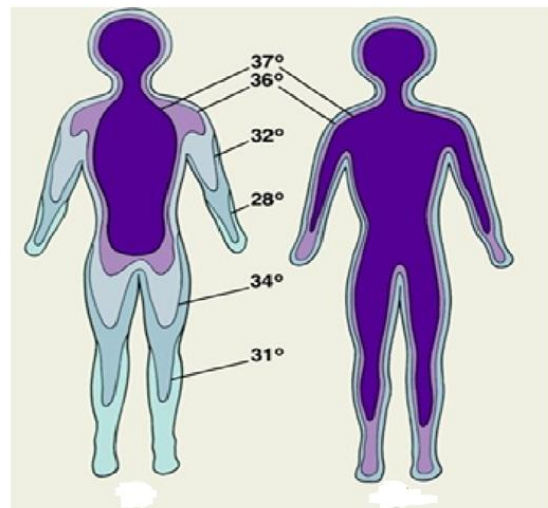
ადამიანის ორგანიზმზე მაღალი ტემპერატურის მქონე ჰაერის ხანგრძლივმა ზემოქმედებამ შეიძლება გამოიწვიოს სხეულის ტემპერატურის მომატება, პულსის აჩქარება, სისძარღვთა სისტემის მუშაობის დარღვევა. ჰაერის მაღალი ტემპერატურა უარყოფით გავლენას ახდენს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე – დუნდება ყურადღება, მცირდება სიზუსტე და მოძრაობის კოორდინაცია, რეაქციის სიჩქარე.

ორგანიზმის გადახურების დროს შეიმჩნევა ძლიერი ოფლდენა ორგანიზმის მიერ მნიშვნელოვანი წყლისა და მარილების დაკარგვით, რასაც მივყავართ სისხლის შესქელებამდე, მისი სიბლანტის გაზრდამდე, სისხლმოდრობის გაძნელებამდე და ქსოვილების ჰიპოქსიამდე (ორგანიზმში ან ცალკეულ ორგანოებში ჯანგბადის შემცველობის შემცირება).

ორგანიზმის გადახურების დროს ირღვევა თბური ბალანსი. სითბოს გაცემა ხდება სითხის აორთქლებით ადამიანის სხეულიდან და სასუნთქი გზებით. ორგანიზმის გადახურება ხდება საწარმოებში სადაც გარემო არის ტემპერატურა მაღალია ან საწარმოში იქმნება ისეთი პირობები, რომლებიც ართულებს სითბოს გაცემას ადამიანის სხეულიდან, ე.ი. ირღვევა თერმორეგულაცია. ეს კი შეიძლება გახდეს თბური დარტყმის მიზეზი.

თბური დარტყმის სიმპტომია:

მსუბუქი ფორმა: საერთო სისუსტე, თავის ტკივილი, გულისრევა, ხშირი მაჯის ცემა და სუნთქვა, თვალის გუგების გაფართოვება. საჭიროა ღონისძიებები: დაზარალებული გავიყვანოთ გადახურების ზონიდან, გაუწიოთ დახმარება.



სურათი 10.18. ადამიანის სხეულის ტემპერატურის მაჩვენებლები



საშუალო სიმძიმე: მკვეთრი ადინამია, სისუსტე, ძლიერი თავის ტკივილი გულყრით, გაუბედავი მოძრაობა, არამყარი სიარული, გულის წასვლა, ტემპერატურის მომატება 39-400C.

თბური დარტყმის მძიმე ფორმა: ვითარდება სწრაფად. სახე ფერმქრთალია, აღინიშნება გრძნობის შეგრძნების ცვლილება მსუბუქი ფორმიდან კომამდე, კრუნჩხვები, ბოდვები, გალუცინაციები, ტემპერატურის ზრდა 41-420C, უეცარი სიკვდილის შემთხვევები.



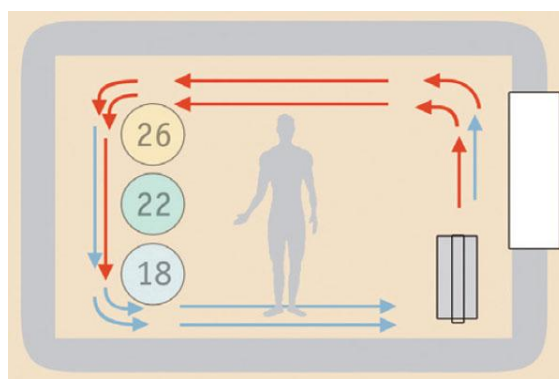
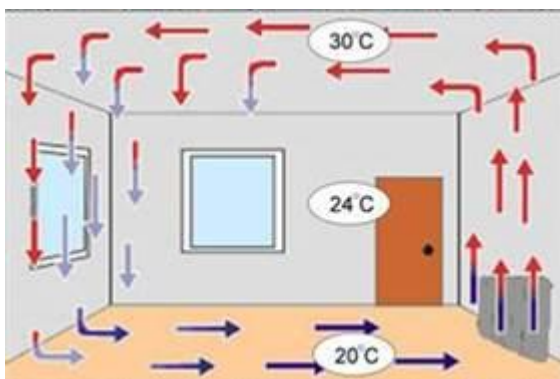
სურათი 10.19. თბური ბალანსის დარღვევის მაგალითები

საჭირო ღონისძიებები: გამოვრიცხოთ თბური ზემოქმედება, გავიყვანოთ დაზარალებული გადახურების ზონიდან და მოვათავსოთ ღია მოედანზე ჩრდილში, ვაყნოსოთ ნიშადურის სპირტი ბამბიდან, გავხადოთ ზედა ტანსაცმელი, დაუსველოთ სახე ცივი წყლით და მკერდის არე სველი ტილოთი, თავზე დაუდოთ ცივი წყლით სავსე გამათბობელი, გამოიძახედ სასწრაფო დახმარება, დარეკეთ 112.

ჰაერის დაბალი ტემპერატურა აჩქარებს თბოგაცემას, უქმნის ორგანიზმს გადაცივების საშიშროებას. სიცივის ზემოქმედებით შეიძლება განვითარდეს სასუნთქი ორგანოების დაავადება, კიდურების მოყინვა.

ჰაერის დაბალ ტემპერატურას აქვს ადგილი ზამთრის და წელიწადის გარდამავალ პერიოდში საწარმოებში, რომლებიც არ თბება (სამშენებლო სამუშაოები, სასაწყობო სათავსოები და სხვ.), ხელოვნურად გაცივებულ სათავსოებში (მაგალითად, სამაცივრო კამერები).

ჰაერის მაღალი ტემპერატურა აღინიშნება სათავსოებში, სადაც ტექნოლოგიურ პროცესებს თან ახლავს მნიშვნელოვანი სითბოს გამოყოფა. ასეთ საამქროებს მიეკუთვნება: საბრძმედო, კონკრეტორული, მარტენის, ელექტროდნობა ფოლადის, საგლინავი, საჩამომხსმელი, სამჭედლო, თერმული და სხვა. მაღალი ტემპერატურა აღინიშნება აგრეთვე საფეიქრო, კვების, ქიმიური მრეწველობის რიგ საწარმოებში, სამშენებლო მასალების (აგური, მინა) საწარმოებში.



სურათი 10.20. კონვექციის პროცესი



სითბოს გადაცემა ხდება თბომიმოცვლით: ჰაერი, რომელიც არის თბილი საგნის მახლობლად, თბება. გამთბარ ჰაერს აქვს ნაკლები სიმკვრივე და უფრო მსუბუქია. ამის გამო გადაინაცვლებს ზედა ფენაში და მის ადგილს დაიკავებს გარემოს უფრო ცივი ჰაერი. ცივი და თბილი ჰაერის სიმკვრივეთა სხვაობის ხარჯზე ჰაერის ცვლას ეწოდება ბუნებრივი კონვექცია.

თუ თბილ საგანს დაუბერავთ ცივ ჰაერს, მაშინ ჰაერის თბილი ფენების ჩანაცვლება საგანთან უფრო ცივი ფენებით ჩქარდება. ამ შემთხვევაში გამთბარ საგანთან იმყოფება უფრო ცივი ჰაერი და ტემპერატურათა სხვაობა გამთბარ საგანსა და გარემო ჰაერს შორის იქნება უფრო მეტი. როგორც ავლნიშნეთ ადრე, სითბოს გაცემის ინტენსივობა საგნიდან გარემოში გაიზრდება. ამ მოვლენას ეწოდება იძულებითი კონვექცია.

10.4.1. ჰაერის ტემპერატურის განსაზღვრა

საწარმოო შენობებში ტემპერატურის გაზომვა ხდება თერმომეტრებით, რომლებიც თავისი დანიშნულების მიხედვით იყოფა გამზომ (თხევადი(სპირტის, ვერცხლის) ელექტრული) და მაფიქსირებელ (მაქსიმალური, მინიმალური) თერმომეტრებად. 0°C -ზე მეტი ტემპერატურის გაზომვისას გამოყენებული უნდა იქნას ვერცხლისწყლის თერმომეტრები, იმის გამო რომ ვერცხლისწყალი გათბობისას ფართოვდება თანაბრად, ხოლო სპირტი არათანაბრად. -39°C ვერცხლისწყალი იყინება, ხოლო სპირტი -100°C -ზე ქვემოთაც არ იყინება. სპირტის თერმომეტრები გვამღევს საშუალებას გავზომოდ ძალიან დაბალი ტემპერატურა – -130°C . ე. ი. დაბალი ტემპერატურების გასაზომად იყენებენ სპირტიან თერმომეტრებს.

ვერცხლისწყლის თერმომეტრი გამოიყენება -35°C -დან $+357^{\circ}\text{C}$ -მდე ტემპერატურის გასაზომად.

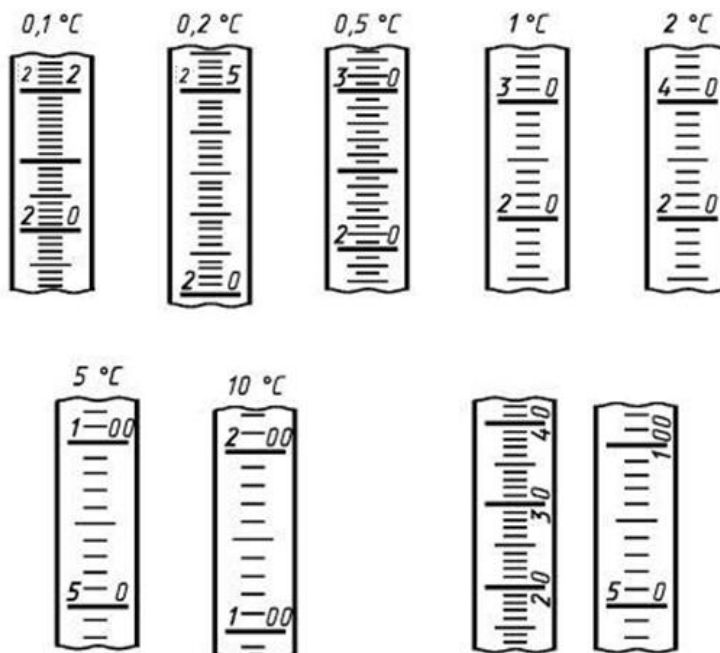


სურ.10.21. სპირტის თერმომეტრები



სურ. 10.22. ვერცხლისწყლის თერმომეტრები

ტემპერატურის გაზომვისას სწორი შედეგის მისაღებად ყველაზე დიდი ყურადღება უნდა დაეთმოს თერმომეტრის შკალის შესწავლას და დანაყოფის ფასის განსაზღვრას. შესაძლებელია სხვადასხვა თერმომეტრს დანაყოფის ფასი განსხვავებული ქონდეს.



სურ.10.23. თერმომეტრების დანაყოფის ფასები

ელექტრონული ტექნიკის განვითარებასთან ერთად პრაქტიკაში ფართო გამოყენება ჰპოვა ელექტრონულმა თერმომეტრებმა, რომლებსაც ტემპერატურის მაჩვენებელი ეკრანზე გამოაქვთ.

ასეთი სახის თერმომეტრი ზომავს და ეკრანზე გამოაქვს შემდეგი პარამეტრები: ჰაერის ტემპერატურა ($^{\circ}\text{C}$), ფარდობითი ტენიანობა (%), ატმოსფერული წნევა (კპა).



სურ. 10.24. ელექტრონული თერმომეტრები

- ციფრული თერმომეტრი, რომელიც გამოიყენება საყოფაცხოვრებო, საწარმოო, ლაბორატორიული და საკვლევი მიზნებისათვის. ზომავს შემდეგ პარამეტრებს:
 - ჰაერის ტემპერატურა, $^{\circ}\text{C}$ -20...+40
 - ფარდობითი ტენიანობა, % 2...98
 - ატმოსფერული წნევა, კპა 84...106,7
- ციფრული ხელსაწყო, რომელიც გამოიყენება ოფისებში და საოჯახო პირობებში მიკროკლიმატის კონტროლისათვის. ზომავს ჰაერის ტემპერატურას და ტენიანობას.



- 3) ციფრული ხელსაწყო, რომელიც გამოიყენება სხვადასხვა მიზნებისათვის. ზომავს ჰაერის ტემპერატურას, ტენიანობას და ატმოსფერულ წნევას.

10.4.2. ატმოსფერული წნევის განსაზღვრა

ატმოსფერული წნევა განისაზღვრება მილიმეტრებში გამოსახული ვერცხლისწყლის სვეტის სიმაღლით. ერთეულთა საერთაშორისო სისტემაში წნევის ერთეულია პასკალი. ატმოსფერული წნევა, რომელსაც შეუძლია გააწონასწოროს ვერცხლისწყლის სვეტი სიმაღლით 760 მმ 0°C ტემპერატურაზე ზღვის დონეზე, ითვლება ნორმალურ ატმოსფერულ წნევად და 101325 პასკალის (ანუ 101,325 კპა) ტოლია.

იმისათვის, რომ განისაზღვროს ატმოსფერული წნევა სანიტარულ-ჰიგიენური კვლევების დროს, როგორც წესი, გამოიყენებენ ბარომეტრ-ანეროიდებს და ბაროგრაფებს.



სურ. 10.25. ბარომეტრ-ანეროიდი



10.4.3. ზედაპირების ტემპერატურა და სითბური გამოსხივების ინტენსივობა

საწარმოო პროცესების დროს პრაქტიკულად ყოველთვის გამოიყოფა სითბო. სითბოს წყაროებია ღუმელები, ქვაბები, ორთქლისა და აირების გამტარი მილები, ორთქლი, სხვადასხვა დანადგარები. წელიწადის თბილ პერიოდში ემატება მზის გამოსხივების სითბო.

სითბოს წყაროები ნაჩვენებია სურ. 10.26-10.29.



სურ.10.26. ელექტრორკალური ღუმელი



სურ.10.27. ფოლადის საჩამომხმელო საწარმო



სურ.10.28. მინის ტარის დამზადება



სურ.10.29. ცემენტის გამოწვის ღუმელი

გარშემო მყოფ საგნებს და ადამიანს შორის სითბოს მიმოცვლის მექანიზმია გამოსხივება, თბური ენერგია გარდაიქმნება ცხელი სხეულის ზედაპირზე სხივურ ენერგიაში (ელექტრომაგნიტური ტალღა) - ინფრაწითელი გამოსხივება, გადაეცემა სხვა ცივ ზედაპირს, სადაც ისევ გარდაიქმნება თბურში.

იმ სამუშაო ადგილებზე სადაც თერმული წყაროებია ნორმირდება თბური გამოსხივების ინტენსივობა. თბური გამოსხივების ინტენსივობა ტექნოლოგიური დანადგარების, მნათი ხელსაწყოების ზედაპირიდან, ინსოლაცია არამუდმივ და მუდმივ სამუშაო ადგილებზე არ უნდა აღემატებოდეს 35 ვტ/მ^2 სხეულის ზედაპირის 50% დასხივებისას და მეტი, 70 ვტ/მ^2 -როდესაც დასხივების ზედაპირი შეადგენს 25-50% და 100 ვტ/მ^2 -როდესაც ხდება სხეულის არა უმეტეს 25% დასხივება.

ღია წყაროებიდან (გახურებული ლითონი, მინა, ღია ცეცხლი და სხვ.) მომუშავეს თბური დასხივების ინტენსივობა არ უნდა აღემატებოდეს 140 ვტ/მ^2 და ამდროს დასხივებული სხეულის ფართი არ უნდა



აღმატებოდეს 25% და აუცილებელია ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების გამოყენება, მათ შორის თვალის და სახის დაცვის.

თბური დასხივების არსებობისას ჰაერის ტემპერატურა მუდმივ სამუშაო ადგილებზე არ უნდა აღმატებოდეს წლის თბილი პერიოდისათვის ოპტიმალური მნიშვნელობის ზედა ზღვარს. დროებითი სამუშაო ადგილებისათვის - დასაშვები მნიშვნელობის ზედა ზღვარს მუდმივი სამუშაო ადგილებისათვის.

საწარმოსათავსოთამიკროკლიმატი, განსაკუთრებით ტემპერატურა და ინფრაწითელი გამოსხივების ინტენსივობა შეიძლება შეიცვალოს სამუშაოც ლის განმავლობაში და აგრეთვე ეიკოს სხვადასხვა ერთი და იგივე სამქროს სხვადასხვა უბანზე.

ცხელი ზედაპირების ტემპერატურის განსაზღვრა ხდება ციფრული დისტანციური არაკონტაქტური ხელსაწყო გამოყენებით. ძირითადად ისინი წარმოადგენენ ინფრაწითელ გამოსხივებაზე მომუშავე თერმომეტრებს. მათი საშუალებით შესაძლებელია ტემპერატურა გაიზომოს ფართო ინტერვალში -30-დან +500-მდე.



სურ.10.30. ციფრული დისტანციური არაკონტაქტური ხელსაწყო
ცხელი ზედაპირების ტემპერატურის განსაზღვრისათვის

10.4.4. ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის განსაზღვრა

ჰაერის ყველა ტემპერატურისათვის დამახასიათებელია წყლის მაქსიმალური რაოდენობა, რომელიც არის ჰაერის მოცულობის ერთეულში ორთქლის მდგომარეობაში.

ჰაერის ტენიანობას განსაზღვრავენ ფარდობითი ტენიანობის სიდიდით (%). მაგალითად, ფარდობითი ტენიანობა 70% ნიშნავს, რომ ჰაერი შეიცავს წყალს ორთქლის მდგომარეობაში 70% შესაძლო მაქსიმალური რაოდენობიდან. ფარდობითი ტენიანობა 100% ნიშნავს, რომ ჰაერი გაჯერებულია წყლის ორთქლით და ასეთ გარემოში აორთქლება არ შეიძლება მოხდეს.

მამასადამე, ფარდობითი ტენიანობა არის წყლის ორთქლის მასის (რომელსაც შეიცავს ჰაერის მოცულობის ერთეული) შეფარდება იმ წყლის ორთქლის მასასთან, რომელსაც შეიცავს წყლის ორთქლით გაჯერებული ჰაერი (წყლის ორთქლის ზღვრულ მასასთან, რომელსაც შეიცავს ჰაერი მოცემულ ტემპერატურაზე).

აორთქლების ინტენსივობა იზრდება ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის ზრდასთან ერთად. ჰაერის ფენები, რომლებიც იმყოფება ადამიანის სხეულთან ან დანადგარის ზედაპირთან და გაჯერებულია წყლის ორთქლით, ჰაერის მოძრაობის გამო სცილდება, ჩაინაცვლება ჰაერის უფრო მშრალი ნაკადით და ამ დროს იზრდება აორთქლების ინტენსივობა.



ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა ხასიათდება ჰაერში წყლის ორთქლის შემცველობით. ის ახდენს გავლენას თბოგაცემაზე, თბურ მდგომარეობაზე და ადამიანის საერთო მდგომარეობაზე. დაბალი ტემპერატურის დროს მაღალი ტენიანობის არასასურველი ზემოქმედება აიხსნება ჰაერის მაღალი თბოგამტარიანობით. მაღალი ტემპერატურის დროს მაღალი ტენიანობა ართულებს აორთქლებით სითბოს გაცემას. ე.ი. ნოტიო ჰაერი, როგორც მაღალი, ასევე დაბალი ტემპერატურის დროს უარყოფითი ფაქტორია, რომელიც ართულებს ორგანიზმის თერმორეგულაციას. ადამიანის ხანგრძლივად და სისტემატიურად ყოფნა მაღალი ტენიანობის მქონე სათავსოებში ამცირებს ორგანიზმის მედეგობას ინფექციური დაავადებებისადმი, ზედა სასუნთქი გზების დაავადებებისადმი, კუნთების, სახსრების, პერიფერიული ნერვების დაავადებებისადმი.

მშრალი ჰაერი კი პირიქით სასურველ ზეგავლენას ახდენს თბოცვლით პროცესებზე, როგორც დაბალი, ასევე მაღალი ტემპერატურის დროს, ხელს უწყობს აორთქლებას, ხოლო დაბალი ტემპერატურის დროს – ამცირებს თბოგაცემას. მშრალი ჰერი არასასურველ გავლენას ახდენს მხოლოდ ძალიან დაბალი ტენიანობის დროს – 20% და ნაკლები. ის ვლინდება კანის სიმშრალის შეგრძნებით და მისი აქერცვლით.

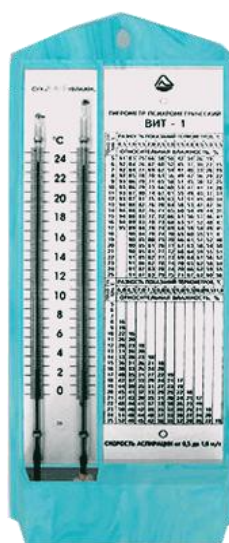
ფარდობითი ტენიანობის ნორმირება ხდება საწარმოო სათავსოების მიხედვით. უმეტეს საწარმოსათვის ჰაერის ტენიანობის განსაზღვრისათვის გამოიყენებენ ასმანის და ავგუსტის ფსიქრომეტრებს.



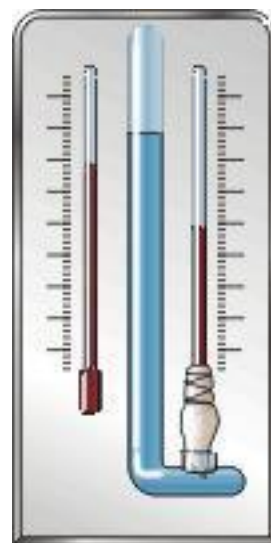
1



2



3



4

სურ.10.31. ფსიქრომეტრები 1, 2 - ასმანის ფსიქრომეტრი, 3,4-ავგუსტის ფსიქრომეტრი

ფსიქრომეტრები შედგება ორი ერთნაირი თერმომეტრისაგან, რომელთაც პირობითად უწოდებენ „სველ“ და „მშრალ“ თერმომეტრებს. „სველი“ თერმომეტრის რეზერვუარზე მოხვეულია თხელი ქსოვილის ნაჭერი (ბატისტა, მარლა), რომლის ბოლო ჩაშვებულია წყლიან ჭურჭელში. წყლის აორთქლების შედეგად „სველი“ თერმომეტრის ჩვენება იქნება უფრო დაბალი ვიდრე „მშრალი“ თერმომეტრის ჩვენება. შესაბამისად, ამ ტემპერატურათა მიხედვით, სპეციალური ცხრილების გამოყენებით პოულობენ ფარდობით ტენიანობას.

ამჟამად ფარდობითი ტენიანობის გაზომვისათვის გამოიყენება თანამედროვე დიზაინისა და ტექნოლოგიების ელექტრონული ხელსაწყოები. ასეთ ხელსაწყოთა ცდომილების მიხედვით ისინი არიან ფართო მოხმარების და პროფესიონალური მარკის. პროფესიონალური მარკის ხელსაწყოების ცდომილება ნაკლებია და შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას საწარმოო შენობაში მიკროკლიმატის პარამეტრების



კონტროლისათვის. როგორც წესი, ასეთი პროფესიონალური ხელსაწყოები ერთმანეთში აერთიანებენ სხვადასხვა პარამეტრების გაზომვას - ტემპერატურა, ტენიანობა, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე.

სურ.10.32-ზე წარმოდგენილია ელექტრონული მოწყობილობა, რომელიც ზომავს ტემპერატურას და ტენიანობას. მისი მახასიათებლებია:

ტემპერატურის განსაზღვრის ზღვარი: $-10 - 50^{\circ}\text{C}$;

ტენიანობის განსაზღვრის ზღვარი: 10% - 99%;

გაზომვის ჯერადობა: 2-ჯერ 1 წმ-ში;

ტემპერატურის ცდომილება: $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$;

ტენიანობის ცდომილება: $\pm 3\%$ (25°C , 30~99% ტენ-ბა), $\pm 5\%$ (25°C , 10~30% ტენ-ბა).



სურ. 10.32. ტემპერატურისა და ტენიანობის საზომი ხელსაწყო

10.4.5. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრა

ჰაერის მოძრაობა ხასიათდება ორი მაჩვენებლით: მიმართულებით და სიჩქარით.

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს განსაზღვრავენ მანძილით, რომელსაც გაივლის ჰაერი დროის ერთეულში და გამოისახება მეტრების რაოდენობით წამში. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე დიდ გავლენას ახდენს ორგანიზმის თბოცვლილებაზე, სუნთქვის პროცესზე, ენერგიის ხარჯვაზე, ნერვულ და ფსიქიკურ მდგომარეობაზე.

ჰაერის მოძრაობის გავლენა თბოცვლილებაზე გამოიხატება სითბოს დაკარგვის ზრდით, პირველ რიგში კონვექციის ხარჯზე, რადგან მოძრავ ჰაერს გადააქვს სხეულიდან უფრო გამთბარი (სხეულთან ახლოს მდებარე ფენები) ფენები და მის ადგილს დაიკავენ ცივი ჰაერი. ქარი აძლიერებს აგრეთვე სითბოს გაცემას აორთქლებით.

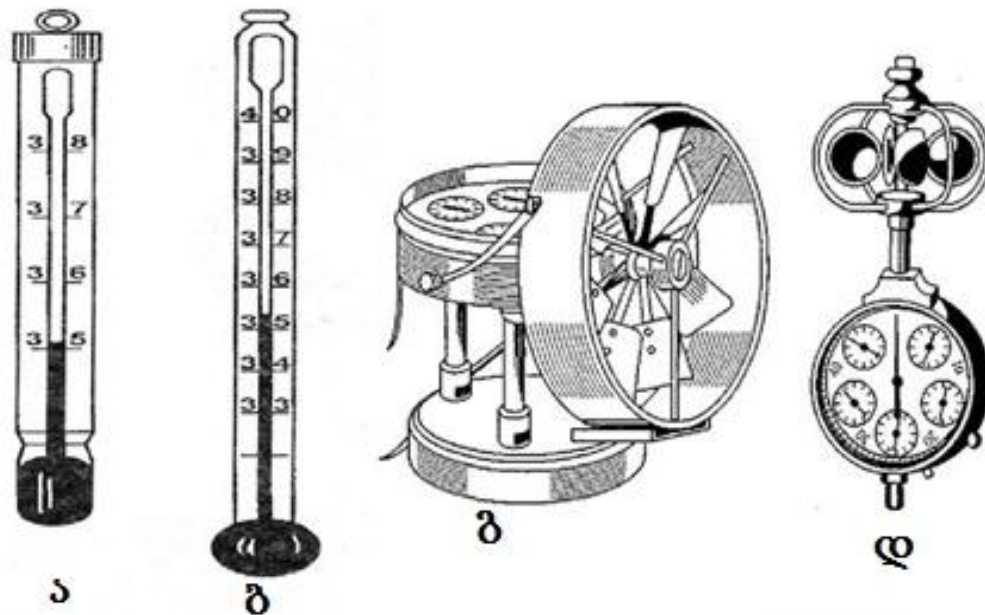
ზაფხულის პერიოდში სათავსოს გარეთ ყველაზე ხელსაყრელ ქარის სიჩქარედ ითვლება 1-4 მ/წმ (დამოკიდებულია ჰაერის ტემპერატურაზე და შესასრულებელ სამუშაოზე). მსუბუქი ფიზიკური



სამუშაოების შესრულების დროს, სათავსოს ოპტიმალურ ჰაერის სიჩქარედ ითვლება 0,1-0,2 მ/წმ. როდესაც სიჩქარე არ აღემატება 0,05 მ/წმ ჩნდება უძრავი ჰაერის შეგრძნება. როდესაც ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე აღემატება 0,5 მ/წმ ჩნდება გამჭოლი ქარის არასასიამოვნო შეგრძნება, რომელიც ხდება ხშირად ადგილობრივი და საერთო გაცივების მიზეზი. რიგ საწარმოო სათავსოებში ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე არ უნდა აღემატებოდეს 0,4 მ/წმ, რათა არ მოხდეს ფხვნილების განბნევა და აირადი ნივთიერებების აორთქლება.

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს განსაზღვრავენ ფრთებიანი და ჯამებიანი ანემომეტრებით, კატათერმომეტრებით, თერმოანემომეტრებით. ჯამებიანი ანემომეტრს გამოიყენებენ 1-დან - 20 მ/წმ-მდე ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გასაზომად, ფრთებიანს 0,5-10 მ/წმ, კატათერმომეტრს - 0,1-0,5 მ/წმ, თერმოანემომეტრს 0,1-5 მ/წმ. სათავსოებში, სადაც, როგორც წესი, ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე არ აღემატება 1მ/წმ, გაზომვას აწარმოებენ ცილინდრული ან ბურთულიანი კატათერმომეტრით.

ფრთებიანი და ჯამებიანი ანემომეტრების მუშაობის პრინციპი გავს ერთმანეთს.



სურ.10.33. ა - ცილინდრული კატათერმომეტრი; ბ - ბურთულეზიანი კატათერმომეტრი;
გ - ფრთებიანი ანემომეტრი; დ - ჯამებიანი ანემომეტრი

ღერძზე მოთავსებული მსუბუქი მქნევარა თვალი ფრთებით (ფრთებიანი ანემომეტრში) ან ჯამებით მიერთებულია კბილანათი ისრების მამოძრავებელ მექანიზმთან. ძირითადი ციფერბლატის ცენტრალური ისარი აჩვენებს თვალის ბრუნვის ერთეულებსა და ათეულებს, ხოლო დამატებითი ციფერბლატების ისრები ასეულებს და ათასეულებს. გვერდზე მოთავსებული ბერკეტით შეგვიძლია ისრების მამოძრავებელი მექანიზმის და ღერძის გათიშვა და შეერთება. გაზომვების ჩატარებამდე იწერენ ციფერბლატის ჩვენებას და მოათავსებენ ხელსაწყოს გასაზომ ადგილზე ისე, რომ ფრთებიანი ანემომეტრის მბრუნავი ღერძი იყოს ჰაერის მოძრაობის მიმართულების პარალელური, ჯამებიანი თერმომეტრის - პერპენდიკულარული. მოვითავსოთ ანემომეტრი ჰაერის ნაკადში რათა დამყარდეს მუშა თვალის ბრუნვის სიჩქარე, ე.ი. ვამუშაოთ უქმ სვლაზე 10-15 წამის განმავლობაში. შემდეგ ერთდროულად ჩავრთოთ მარეგისტრირებელი მექანიზმი და წამზომი. 1-2 წუთის შემდეგ გამოვრთავთ მარეგისტრირებელ მექანიზმს

და ისევ ავიღებთ ანათვალს. აღმრიცხველის ბოლო და საწყისი ჩვენებების სხვაობას გავყოფთ ექსპოზიციის დროზე (წმ). ხელსაწყოს მგრძნობელობა არაუმეტეს 0,2მ/წმ.

ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისათვის, რომელიც გაზომილია ანემომეტრის მეშვეობით გამოიყენება გამოსახულება:

$$V = (C_2 - C_1) / t,$$

სადაც V - ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეა, დანაყოფი/წმ;

C_1, C_2 - შესაბამისად საწყისი და ბოლო ჩვენება ანემომეტრის, დანაყოფი;

t - გაზომვის ხანგრძლივობაა, წმ.

მატარირებელი გრაფიკის მეშვეობით, რომელიც ახლავს ყველა ანემომეტრს განსაზღვრავენ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს (მ/წმ).

ამ შემთხვევაშიც, ისევე როგორც წინა შემთხვევებში ავლნიშნავდით, შექმნილია თანამედროვე კონსტრუქციის ანემომეტრები.



სურ. 10.34. თანამედროვე კონსტრუქციის ანემომეტრები



სურ.10.35. თანამედროვე კონსტრუქციის ანემომეტრი

სურ.10.35 და 10.36-ზე წარმოდგენილია ორი სახის ანემომეტრი, რომელთა მახასიათებლებია:
მოძრაობის სიჩქარის ზღვარი: 0~30 მ/წმ



ტემპერატურა: -10°C ~ $+45^{\circ}\text{C}$
გაზომვის ცდომილება: $\pm 5\%$



სურ.10.36. ხელსაწყო, რომელიც ზომავს ჰაერის სიჩქარეს, ხარჯს და ტემპერატურას



ჰაერის სიჩქარე:

მ/წმ - ზღვარი: 0.40 - 30.00 მ/წმ; ცდომილება: $\pm (3\% + 0.20 \text{ მ/წმ})$

კმ/სთ - ზღვარი: 1.4 - 108.0 კმ/სთ; ცდომილება: $\pm (3\% + 0.8 \text{ კმ/სთ})$

ჰაერის ხარჯი:

მ³/წთ - ზღვარი: 0-9999 მ³/წთ; ფართობი: 0-9.999 მ²

ჰაერის ტემპერატურა:

ზღვარი: $-10 - 60^{\circ}\text{C}$; ცდომილება: 2.0°C

სურ.10.37. ანემომეტრი



10.4.6. მოთხოვნები მიკროკლიმატის გაზომვის მეთოდებისა და კონტროლის ორგანიზაციის მიმართ

საქართველოში მოქმედი ტექნიკური რეგლამენტის* თანახმად, მიკროკლიმატის მონაცემების გაზომვა ჰიგიენურ მოთხოვნებთან მათი შესაბამისობის კონტროლის მიზნით უნდა ჩატარდეს წლის თბილ პერიოდში იმ დღეებში, როცა ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურა განსხვავდება ყველაზე ცხელი თვის საშუალო მაქსიმალური ტემპერატურისაგან არა უმეტეს 5°C -ით; წლის ცივ პერიოდში – იმ დღეებში, როცა ატმოსფერული ჰაერის ტემპერატურა განსხვავებულია ზამთრის ყველაზე ცივი თვის საშუალო ტემპერატურისაგან არა უმეტეს 5°C -ით.

გაზომვათა სიხშირე წლის ორივე პერიოდში განისაზღვრება წარმოების პროცესის სტაბილურობით, ტექნოლოგიური და სანიტარიულ-ტექნიკური აღჭურვილობის ფუნქციონირებით.



ა



ბ

სურ.10.38. ა - ჰაერის მიკროკლიმატის პარამეტრების განსაზღვრა საამქროში,
ბ - საამქროში დამონტაჟებული თერმოფსიქრომეტრი

გაზომვის დროისა და უბნების შერჩევისას აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იყოს ყველა ფაქტორი, რომელიც მოქმედებს სამუშაო ადგილის მიკროკლიმატზე (ტექნოლოგიური პროცესის ფაზები, ვენტილაციის და გათბობის სისტემების ფუნქციონირება და სხვ.).

მიკროკლიმატის მაჩვენებლების გაზომვის სიხშირე არ უნდა იყოს არანაკლებ 3-ისა ცვლაში (დასაწყისში, შუაში და ბოლოს); მიკროკლიმატის მაჩვენებლების მერყეობისას, რომელიც დაკავშირებულია ტექნოლოგიასა და სხვა მიზეზებთან, აუცილებელია ჩატარდეს დამატებითი გაზომვები მომუშავეთა თერმული დატვირთვის უდიდესი და უმცირესი მნიშვნელობების დროს.

გაზომვები უნდა ჩატარდეს სამუშაო ადგილებზე, თუ სამუშაო ადგილს წარმოადგენს საწარმოო სათავსოს რამდენიმე უბანი, მაშინ გაზომვები ხორციელდება ყველა მათგანზე.

სითბოს, სიცივის ან ტენიის ლოკალური წყაროების არსებობისას (გაცხელებული აგრეგატები, ფანჯრები, კარები, ჭრილები, ჭიშკრები, ღია აბაზანები და სხვ.) გაზომვა საჭიროა ჩატარდეს ყველა სამუშაო ადგილზე თერმული მოქმედებისაგან მინიმალურად და მაქსიმალურად დაშორებულ წერტილებში.

* საწარმოო გარემოს ფიზიკური ფაქტორები ჰიგიენური მოთხოვნები საწარმოო სათავსების მიკროკლიმატისადმი სანიტარიული წესები და ნორმები (დამტკიცებულია საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 15 იანვრის N69 დადგენილებით).



სამუშაო ადგილების მაღალი სიმჭიდროვის მქონე სათავსოებში, სადაც არ არის სიცივისა და ტენის გამოყოფის წყაროები, ტემპერატურის, შეფარდებითი ტენიანობის და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გაზომვის უბნები უნდა განაწილდეს თანაბრად შენობის მთელ ფართობზე ცხრილი 10.4-ის შესაბამისად.

ცხრილი 10.4

ტემპერატურის, ფარდობითი ტენიანობის და ჰაერის მოძრაობის სიჩქარის გაზომვის უბნების მინიმალური რაოდენობა	
შენობის ფართი, მ ²	გასაზომი უბნების რაოდენობა
100-მდე	4
100-დან 400-მდე	8
400-ზე მეტი	უბნების რაოდენობა განისაზღვრება, მათ შორის, მანძილით, რომელიც არ უნდა აღარბეჭდეს 10 მ-ს

ამრიგად, სათავსოებში, სადაც ფართი 100 მ²-მდეა სამუშაო ადგილების მაღალი სიმჭიდროვის დროს ტემპერატურის (აგრეთვე სხვა მაჩვენებლების) გაზომვა ხდება თანაბრად 4 წერტილში, ხოლო 100 მ² მეტი ფართის მქონე სათავსოებში – 8 წერტილში.



სურ.10.40. 100 მ²-მდე და 100 მ² მეტი საწარმოო ფართები



სურ. 10.41. გაზომვის წერტილების შერჩევა 100 მ²-მდე და 100 მ² მეტი საწარმოო ფართებში

2. იმ სამუშაოების დროს, რომლებიც სრულდება მჯდომარე მდგომარეობაში, ჰაერის ტემპერატურა და მოძრაობის სიჩქარე უნდა განისაზღვროს იატაკიდან და სამუშაო ზედაპირიდან 0,1 და 1,0 მ სიმაღლეზე, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა – 1,0 მ სიმაღლეზე. იმ სამუშაოების დროს, რომლებიც სრულდება მდგომარე



მდგომარეობაში, ჰაერის ტემპერატურა და მოძრაობის სიჩქარე უნდა გაიზომოს 0,1 და 1,5მ სიმაღლეზე, ხოლო ფარდობითი ტენიანობა – 1,5მ სიმაღლეზე.

ტემპერატურის ცვლილება სიმაღლის მიხედვით უნდა იყოს არაუმეტეს 3°C (ოპტიმალური არაუმეტეს 2°C).



სურ. 10.42. სამუშაო ადგილი



სურ. 10.43. მიკროკლიმატის მაჩვენებლების განსაზღვრის წერტილები

სამუშაო ადგილებზე ჰაერის ტემპერატურის გაზომვის შედეგებს ან სათავსოში ჰაერის საშუალო ტემპერატურის გაზომვის შედეგებს ადარებენ ნორმატიულ მოთხოვნებს: ოპტიმალურ ან დასაშვებ სიდიდეებს (ცხრილი 10.3).



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. რას ეწოდება მიკროკლიმატი?
2. ჩამოთვალეთ საწარმოო სათავსების მიკროკლიმატის დამახასიათებელი მაჩვენებლები
3. რომელი ტექნიკური რეგლამენტი არეგულირებს საწარმოო სათავსის სამუშაო ადგილის პირობების უსაფრთხოებას?
4. რას წარმოადგენს საწარმოო სათავსების სამუშაო ადგილების მიკროკლიმატის მაჩვენებლების ოპტიმალური სიდიდეები
5. რა გავლენას ახდენს ტემპერატურა ადამიანზე?
6. რას წარმოადგენს კონვექცია?
7. აღწერეთ ტემპერატურის საზომი ხელსაწყოები
8. რომელი ხელსაწყო გამოიყენება ატმოსფერული წნევის გასაზომად.
9. რა ერთეულებში ვზომავთ ატმოსფერულ წნევას?
10. რას ეწოდება ჰაერის ფარდობითი ტენიანობა? რა ერთეულებში იზომება?
11. რა ხელსაწყოებს ვიყენებთ ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის გასაზომად?
12. აღწერეთ ჰაერის ფარდობითი ტენიანობის საზომი ელექტრული ხელსაწყოები.
13. რას წარმოადგენს ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე?
14. რომელი ხელსაწყოებით ვზომავთ ჰაერის მოძრაობის სიჩქარეს?
15. აღწერეთ როგორ უნდა შევირჩიოთ მიკროკლიმატის პარამეტრების გაზომვის წერტილები მჯდომარე სამუშაოს და ფეხზე დგომის დროს?
16. რომელი ცხრილით ვსარგებლობთ შენობის გასაზომი უბნების განსაზღვრისათვის?
17. რამდენ წერტილში ვზომავთ მიკროკლიმატის მაჩვენებლებს 100 მ²-ზე მეტი ფართის შემთხვევაში?



10. 5. ავარიული სიტუაციების პრევენციული და აღმოფხვრის ღონისძიებები

10.5.1. ავარიულ სიტუაციებზე რეაგირების გეგმის მიზნები და ამოცანები

ავარიულ სიტუაციებზე რეაგირების გეგმა წარმოადგენს სახელმძღვანელო მითითებებს პერსონალისათვის, რათა უზრუნველყოფილი იყოს პერსონალის, მოსახლეობის და გარემოს უსაფრთხოების დაცვა.

წარმოებაში შესაძლებელია მოხდეს შემდეგი სახის ავარიები და ავარიული სიტუაციები:

- ხანძარი/ აფეთქება;
- საშიში ნივთიერებების, მათ შორის ნავთობპროდუქტების დაღვრა;
- პერსონალის ტრავმები და მათი ჯანმრთელობის უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული
- ინციდენტები;
- სატრანსპორტო შემთხვევები;
- ბუნებრივი ხასიათის ავარიული სიტუაციები (ამინდის პირობები, მიწისძვრა, წყალმოვარდნა და სხვ.).

ზემოთ ჩამოთვლილი ავარიული სიტუაციები შესაძლოა თანმდევი პროცესი იყოს და ერთი სახის ავარიული სიტუაციის განვითარებამ გამოიწვიოს სხვა სახის ავარიის ინიცირება.

ავარიულ სიტუაციებზე რეაგირების გეგმა მოიცავს:

- დაგეგმილი საქმიანობის სპეციფიკის გათვალისწინებით მოსალოდნელი ავარიული სახეებს;
- თითოეული სახის ავარიულ სიტუაციაზე რეაგირების ჯგუფების შემადგენლობის, მათი აღჭურვილობის, ავარიულ სიტუაციაში მოქმედების გეგმას და პასუხისმგებლობებს;
- შიდა და გარე შეტყობინებების სისტემის, მათი თანმიმდევრობის, შეტყობინების საშუალებების და მეთოდების განსაზღვრა და ავარიული სიტუაციების შესახებ;
- შეტყობინების (ინფორმაციის) გადაცემის უზრუნველყოფას;
- შიდა რესურსების მყისიერად ამოქმედება და საჭიროების შემთხვევაში, დამატებითი რესურსების დადგენილი წესით მობილიზების უზრუნველყოფა და შესაბამისი
- პროცედურების განსაზღვრას;
- ავარიულ სიტუაციებზე რეაგირების საორგანიზაციო სისტემის მოქმედებას;
- ავარიულ სიტუაციებზე რეაგირების პროცესში საკანონმდებლო, ნორმატიულ და საწარმოო უსაფრთხოების შიდა განაწესის მოთხოვნებთან შესაბამისობის უზრუნველყოფას.



ავარიაზე რეაგირებისთვის საჭირო აღჭურვილობა

წარმოებაში მაღალი რისკების მქონე შესაბამის უბნებზე უნდა არსებობდეს ავარიაზე რეაგირების სტანდარტული აღჭურვილობა, კერძოდ პირადი დაცვის საშუალებები:

- ჩაფხუტები;
- დამცავი სათვალეები;
- სპეცტანსაცმელი ამრეკლი ზოლებით;
- წყალგაუმტარი მაღალყელიანი ფეხსაცმელები;
- ხელთათმანები;
- ხანძარსაქრობი აღჭურვილობა:
- სტანდარტული ხანძარმქრობები;
- ვედროები, ქვიშა, ნიჩბები და ა.შ.;
- სათანადოდ აღჭურვილი ხანძარსაქრობი დაფები;
- გადაუდებელი სამედიცინო მომსახურების აღჭურვილობა:
- სტანდარტული სამედიცინო ყუთები.

ხანძარი/აფეთქება

ხანძრის აღმოცენება-გავრცელებისა და აფეთქების რისკები არსებობს როგორც ნაგებობის მშენებლობის, ასევე მისი ექსპლუატაციის დროს. პროექტის განხორციელების ადგილმდებარეობის ბუნებრივი პირობებიდან გამომდინარე ავარიის გამომწვევი ფაქტორი ძირითადად შეიძლება იყოს ანთროპოგენური, კერძოდ: მშენებელი ან მომსახურე პერსონალის გულგრილობა და უსაფრთხოების წესების დარღვევა, ნავთობპროდუქტების, ზეთების და სხვა ადვილად აალებადი/აფეთქებადი მასალების შენახვის და გამოყენების წესების დარღვევა და სხვ. თუმცა აფეთქების და ხანძრის გავრცელების პროვოცირება შეიძლება სტიქიურმა მოვლენამაც მოახდინოს (მაგ. მიწისძვრა).

ხანძრის/აფეთქების თანმდევი პროცესები შეიძლება იყოს:

- საშიში ნივთიერებების ზალპური გაფრქვევა / დაღვრა;
- პერსონალის ან მოსახლეობის ტრავმები და მათი ჯანმრთელობის უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული შემთხვევები.

ბუნებრივი ხასიათის ავარიული სიტუაციები

ბუნებრივი ხასიათის ავარიული სიტუაციებზე სათანადო, დროულ და გეგმაზომიერ რეაგირებას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება, ვინაიდან სტიქიური მოვლენები ნებისმიერი ზემოთჩამოთვლილი ავარიული სიტუაციის მაპროვოცირებელი ფაქტორი შეიძლება გახდეს.



განათლების ხარისხის განვითარების პროგრამული დოკუმენტი



მაგალითად მოვიყვანოთ ქ. ქობულეთის მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობის მშენებლობის და ოპერირების პროექტის დოკუმენტით განსაზღვრულ ავარიულ სიტუაციაზე რეაგირების გეგმას.

ავარიები და ავარიული სიტუაციები დაყოფილია რეაგირების 3 ძირითადი დონის მიხედვით. ცხრილში 10.5. მოცემულია ავარიული სიტუაციების აღწერა დონეების მიხედვით, შესაბამისი რეაგირების მითითებით.

ავარიული სიტუაციების აღწერა დონეების მიხედვით.

ცხრილი 10.5

ავარიული სიტუაცია	დონე		
	I დონე	II დონე	III დონე
საერთო	ავარიის ლიკვიდაციისთვის საჭიროა შიდა რესურსები	ავარიის ლიკვიდაციისთვის საჭიროა გარეშე რესურსები და მუშახელი	ავარიის ლიკვიდაციისთვის საჭიროა რეგიონული ან ქვეყნის რესურსების მოზიდვა
ხანძარი / აფეთქება	ლოკალური ხანძარი, რომელიც არ საჭიროებს გარეშე ჩარევას და სწრაფად კონტროლირებადი. მეტეოროლოგიური პირობები ხელს არ უწყობს ხანძრის სწრაფ გაუარესებას. მიმდებარედ არ არსებობს სხვა ხანძარსა და აფეთქებასთან დაკავშირებული საფრთხეები.	მოზარდული ხანძარი, რომელიც მეტეოროლოგიური პირობების გამო შესაძლოა სწრაფად გაუარესდეს. მიმდებარედ არსებობს სხვა ხანძარსა და აფეთქებასთან დაკავშირებული საფრთხეები და მასალები. საჭიროა ადგილობრივი სახანძრო რაზმის გამოძახება.	დიდი ხანძარი, რომელიც სწრაფად ვერცელდება. არსებობს მიმდებარე უბნების აალებების და სხვა სახის ავარიული სიტუაციების პროვოცირების დიდი რისკი. გართულებულია ტერიტორიასთან მიდგომა. საჭიროა რეგიონალური სახანძრო სამსახურის ჩართვა ინციდენტის ლიკვიდაციისთვის.
ლანდშაფტური ხანძარი	ხანძარი წარმოიშვა სამშენებლო ბანაკში ან სამშენებლო მოედანზე და არსებობს ლანდშაფტური ხანძრის რისკი.	ტყის დაბალი ხანძარი. წარმოიშობა ნივთიანი ან ფოთლოვანი ბუჩქნარის, ნიადაგის შედაპირის ცოცხალი საფარის (ხავის, ბალახის), ნახევრადბუჩქნარისა და ნიადაგის მკვდარი საფარის ან საფენის (ჩამოყვანილი ფოთლები, ტოტები, ხის ქერქი და სხვ.) წვის შედეგად. ე.ი. უშუალოდ მიწის შედაპირზე ან მისგან 1.5 - 2.0 მ სიმაღლეზე მყოფი მცენარეებისა და მათი ნარჩენების წვის შედეგად. ასეთი ხანძრის გავრცელების სიჭრელ არ არის დიდი - ძლიერი ქარის დროს - 1.0 კმ/სთ-ია.	ტყის მაღალი ხანძარი, როგორც წესი წარმოიშობა დაბალი ხანძრისაგან. ამ დროს ინვის მთლიანად ხეები. შეიძლება იყოს აგრეთვე მწვერვალის ხანძარი, როდესაც ინვის მხოლოდ ხის წვეროები, მაგრამ ასეთი ხანძარი უფრო მოკლე დროს განმავლობაში მიმდინარეობს. ამ დროს გამოიყოფა მოშვო ფერის კვამლი და დიდი რაოდენობით სითბო, ხოლო ცეცხლის ალის სიმაღლე 100 მ-ზე მეტია. ასეთი ხანძრის ლიკვიდაციისთვის საჭიროა ყველა შესაძლებელი რესურსების ჩართვა.
საშიში ნივთიანობების დაღვრა	ლოკალური დაღვრა, რომელიც არ საჭიროებს გარეშე ჩარევას და შესაძლებელია მისი აღმოფხვრა შიდა რესურსებით. არ არსებობს ნივთიანობების დიდ ფართობზე გავრცელების და მდინარეების დაბინძურების რისკები.	მოზარდული დაღვრა (საშიში ნივთიანობების დაღვრა 0.3 ტ-დან 200 ტ-მდე). არსებობს ნივთიანობების დიდ ფართობზე გავრცელების და მდინარეების დაბინძურების რისკები.	დიდი დაღვრა (200 ტ-ზე მეტი). ვინაიდან ნაგებობის მშენებლობის და ექსპლუატაციის დროს განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით საშიში ნივთიანობების შენახვა და გამოყენება არ მოხდება. III დონის ავარიის რისკები მინიმალურია.
პერსონალის დაზარალება / ტრავმატიზმი	- ტრავმატიზმის ერთი შემთხვევა; - მსუბუქი მოტეხილობა, დაფეთქება; - I ხარისხის დაზარალება (კანის შედაპირული შრის დაზიანება); - დაზარალებული პერსონალისთვის დახმარების აღმოჩენა და ინციდენტის ლიკვიდაცია	- ტრავმატიზმის ერთდროული შემთხვევები; - ძლიერი მოტეხილობა - სახსართან ახლო მოტეხილობა; - II ხარისხის დაზარალება (კანის ღრმა შრის დაზიანება); - საჭიროა დაზარალებული პერსონალის გადაყვანა	- ტრავმატიზმის რამდენიმე შემთხვევა; - ძლიერი მოტეხილობა - სახსარშიდა მოტეხილობა და სხვ; - III და IV ხარისხის დაზარალება (კანის, მის ქვეშ მდებარე ქსოვილების და კუნთების დაზიანება); - საჭიროა დაზარალებული პერსონალის გადაყვანა
	შესაძლებელია შიდა სამედიცინო ინტენსივობით.	ადგილობრივი სამედიცინო დაწესებულებაში	რეგიონული ან თბილისის შესაბამისი პროფილის მქონე სამედიცინო უწყვეტი.
სატრანსპორტო შემთხვევები	ადგილი აქვს ტექნიკის, სატრანსპორტო საშუალებების, ინფრასტრუქტურის არაღირებული ობიექტების დაზიანებას. ადამიანთა ჯანმრთელობას საფრთხე არ ემუქრება.	ადგილი აქვს ტექნიკის, სატრანსპორტო საშუალებების, ინფრასტრუქტურის ღირებული ობიექტების დაზიანებას. საფრთხე ემუქრება ადამიანთა ჯანმრთელობას ან ადგილი აქვს ტრავმატიზმის II დონეს.	ადგილი აქვს ტექნიკის, სატრანსპორტო საშუალებების, განსაკუთრებული ღირებულების ინფრასტრუქტურის ან სასიცოცხლო ობიექტების დაზიანებას. არსებობს სხვა სახის ავარიული სიტუაციების პროვოცირების დიდი რისკი. საფრთხე ემუქრება ადამიანთა ჯანმრთელობას ან ადგილი აქვს ტრავმატიზმის III დონეს.
ბუნებრივი სახიფათო ავარია	ბუნებრივი მოვლენა, რომელიც სემონურად ან პერიოდულად დამახასიათებელია რეგიონისათვის (ძლიერი წვიმა, თოვლი, ნალექები), საჭიროა გააკვეთილი სტანდარტული ღონისძიებების გატარება პირობითი წესით ნაგებობების, დანადგარ-მექანიზმების და ადამიანთა ჯანმრთელობის უსაფრთხოების მიზნით.	ბუნებრივი მოვლენა, რომლის მასშტაბებიც იშვიათია რეგიონისთვის. საფრთხე ემუქრება ნაგებობების მდგრადობას და დანადგარ-მექანიზმების უსაფრთხოებას. საჭიროა ავარიის უმოკლეს ვადებში აღმოფხვრა, რათა ადგილი არ ჰქონდეს სხვა სახის ავარიული სიტუაციების პროვოცირებას. საჭიროა დამხმარე რესურსების ჩართვა.	განსაკუთრებულად საშიში ბუნებრივი მოვლენა, მაგ. მიწისძვრა, სელური ნაკადები, ზედა, მყინვერი და სხვ. რაც მნიშვნელოვან საფრთხეს უქმნის ნაგებობების მდგრადობას და დანადგარ-მექანიზმების უსაფრთხოებას. არსებობს პერსონალის ან მოსახლეობის უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული მაღალი რისკები. საჭიროა ავარიებზე რეაგირების რეგიონალური ან ცენტრალური სამსახური რაზმების გამოძახება.



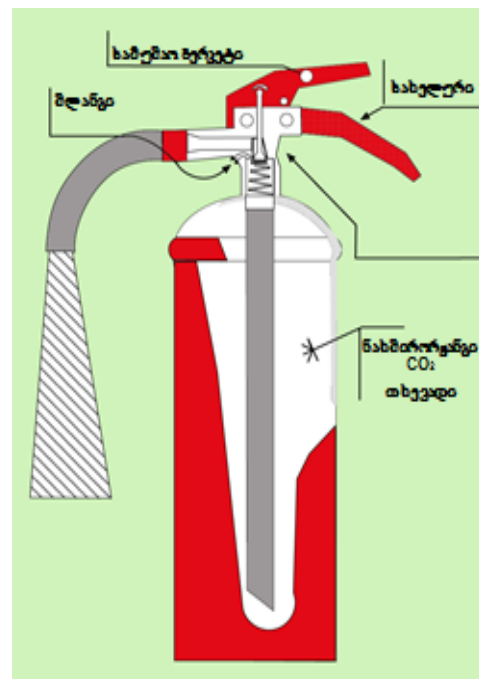
10.5.2. ავარიულ სიტუაციებზე რეაგირება

რეაგირება ხანძრის შემთხვევაში

ხანძრის კერის ან კვამლის აღმოჩენის პირის და მახლობლად

მომუშავე პერსონალის სტრატეგიული ქმედებებია:

- სამუშაო უბანზე ყველა საქმიანობის შეწყვეტა, გარდა უსაფრთხოების ზომებისა;
- სიტუაციის შეფასება, ხანძრის კერის და მიმდებარე ტერიტორიების დაზვერვა;
- შეძლებისდაგვარად ტექნიკის და სხვა დანადგარ-მოწყობილობების იმ ადგილებიდან გაყვანა/გატანა, სადაც შესაძლებელია ხანძრის გავრცელება.
- ელექტრომოწყობილობები უნდა ამოირთოს წრედიდან;
- იმ შემთხვევაში თუ ხანძარი მძლავრია და გაძნელებულია ხანძრის კერასთან მიდგომა, მიმდებარედ განლაგებულია რაიმე ხანძარსაშიში ან ფეთქებადსაშიში უბნები/ნივთიერებები, მაშინ:
 - მოშორდით სახიფათო ზონას:
 - ევაკუირებისას იმოქმედეთ ნაგებობის ევაკუაციის სქემის/ საევაკუაციო პლაკატების მითითებების მიხედვით;
 - თუ თქვენ გიწევთ კვამლიანი დახურული სივრცის გადაკვეთა, დაიხარეთ, რადგან ჰაერი ყველაზე სუფთა იატაკთანაა, ცხვირზე და პირზე აიფარეთ სველი ნაჭერი;
 - თუ ვერ ახერხებთ ევაკუაციას აღმოდებული გასასვლელის გამო ხმამაღლა უხმეთ მშველელს;
 - ავარიის შესახებ შეტყობინება გადაეცით უფროს მენეჯერს/ოპერატორს;
 - დაელოდეთ სამაშველო რაზმის გამოჩენას და მათი მოსვლისას გადაეცით დეტალური ინფორმაცია ხანძრის მიზეზების და ხანძრის კერის სიახლოვეს არსებული სიტუაციის შესახებ;
 - იმ შემთხვევაში თუ ხანძარი არ არის მძლავრი, ხანძრის კერა ადვილად მისაღწეა და მასთან მიახლოება საფრთხეს არ უქმნის თქვენს ჯანმრთელობას. ამასთან არსებობს მიმდებარე ტერიტორიებზე ხანძრის გავრცელების გარკვეული რისკები, მაშინ იმოქმედეთ შემდეგნაირად:
 - ავარიის შესახებ შეტყობინება გადაეცით უფროს მენეჯერს / ოპერატორს;
 - მოძებნეთ უახლოესი სახანძრო სტენდი და მოიმარაგეთ საჭირო სახანძრო ინვენტარი (ცეცხლმაქრობი, ნაჯახი, ძალაყინი, ვედრო და სხვ.);
 - ეცადეთ ხანძრის კერის ლიკვიდაცია მოახდინოთ ცეცხლმაქრობით, ცეცხლმაქრობზე წარმოდგენილი ინსტრუქციის მიხედვით;
 - იმ შემთხვევაში თუ უბანზე არ არსებობს სახანძრო სტენდი, მაშინ ხანძრის კერის ლიკვიდაციისთვის გამოიყენეთ ქვიშა, წყალი ან გადააფარეთ ნაკლებად აალებადი სქელი ქსოვილი;
 - იმ შემთხვევაში თუ ხანძრის კერის სიახლოვეს განლაგებულია წრედში ჩართული ელექტროდანადგარები წყლის გამოყენება დაუშვებელია;
 - დახურულ სივრცეში ხანძრის შემთხვევაში ნუ გაანიავებთ ოთახს (განსაკუთრებული საჭიროების გარდა), რადგან სუფთა ჰაერი უფრო მეტად უწყობს ხელს წვას და ხანძრის მასშტაბების ზრდას.



სურ. 10.44. ცეცხლმაქრი



ხანძრის შემთხვევაში უბნის მენეჯერის/უფროსი ოპერატორის სტრატეგიული ქმედებებია:

- დეტალური ინფორმაციის მოგროვება ხანძრის კერის ადგილმდებარეობის, მიმდებარედ არსებული/დასაწყობებული დანადგარ-მექანიზმების და ნივთიერებების შესახებ და სხვ;
- სხვა პერსონალის და სახანძრო სამსახურის ინფორმირება;
- ინციდენტის ადგილზე მისვლა და სიტუაციის დაზვერვა, რისკების გაანალიზება და ხანძრის სავარაუდო მასშტაბების (I, II ან III დონე) შეფასება;
- მთელს პერსონალს ეთხოვოს მანქანებისა და უბანზე არსებული ხანძარსაქრობი აღჭურვილობის გამოყენება;
- პერსონალის ქმედებების გაკონტროლება და ხელმძღვანელობა.

ხანძრის შემთხვევაში სამშენებლო სამუშაოების მენეჯერის/ნაგებობის უფროსის

სტრატეგიული ქმედებებია:

- სახანძრო სამსახურის ინფორმირება;
- უსაფრთხოების ოფიცერთან ერთად შიდა პერსონალის ქმედებების გაკონტროლება და ხელმძღვანელობა ადგილობრივი ან რეგიონალური სახანძრო რაზმის გამოჩენამდე (ამის შემდეგ შტატს ხელმძღვანელობს სახანძრო რაზმის ხელმძღვანელი);
- სახანძრო რაზმის ქმედებების ხელშეწყობა (შესაძლოა საჭირო გახდეს უბანზე არარსებული სპეციალური აღჭურვილობა და სხვ.);
- ინციდენტის დასრულების შემდგომ უსაფრთხოების ოფიცერთან ერთად ავარიის შედეგების სალიკვიდაციო ღონისძიებების გატარება;
- ანგარიშის მომზადება და სამშენებლო სამუშაოების მწარმოებელი კომპანიისთვის/ნაგებობის ოპერატორი კომპანიისთვის მიწოდება.

ლანდშაფტური ხანძრის შემთხვევაში ხანძრის სალიკვიდაციო ღონისძიებებში მონაწილეობას ღებულობს საგანგებო ვითარების სამსახურები. ასევე ნაგებობის პერსონალი, საჭიროების შემთხვევაში ადგილობრივი მოსახლეობაც. ტყის ხანძრის ჩაქრობისას, ზემოთ წარმოდგენილი მითითებების გარდა გამოიყენება შემდეგი ძირითადი მიდგომები:

- ტყის ხანძრის ქვედა საზღვრების დაფეროვნება მწვანე ტოტებით, ცოცხებითა და ტომრის ნაჭრებით;
- ტყის დაბალი ხანძრის საზღვრებზე მიწის დაყრა ნიჩბებით ან ბარებით;
- დამაბრკოლებელი ზოლის ან არხის გაყვანა რათა შევაჩეროთ ხანძრის გავრცელება;
- ხანძრის ჩაქრობა აფეთქების გამოყენებით (ხანძრის გავრცელების დამაბრკოლებელი არხის მოწყობა).
- დამაბრკოლებელი არხის მოწყობა უნდა მოხდეს სამშენებლო ბანაკების, სამშენებლო უბნების და კერძოდ ამ ტერიტორიებზე განლაგებული ადვილად აალებადი და ფეთქებადი ნივთიერებების მიმართულებით ხანძრის გავრცელების საშიშროების შემთხვევაში.

რეაგირება საშიში ნივთიერებების დაღვრის შემთხვევაში

განვიხილოთ I და II დონის ავარიული სიტუაციებზე რეაგირების სტრატეგია. საშიში ნივთიერებების დაღვრის რეაგირების სახეებს მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს მიწის ზედაპირის სახე. აგრეთვე, მისი პირვანდელი მდგომარეობა.

შესაბამისად, ავარიებზე რეაგირება წარმოდგენილია შემდეგი სცენარებისთვის:

- საშიში ნივთიერებების დაღვრა შეუღწევად ზედაპირზე (ასფალტის, ბეტონის საფარი);
- საშიში ნივთიერებების დაღვრა შეღწევად ზედაპირზე (ხრეში, ნიადაგი, ბალახოვანისაფარი);
- საშიში ნივთიერებების მდინარეში ჩაღვრა.

შეუღწევად ზედაპირზე საშიში ნივთიერებების (ძირითადად ნავთობპროდუქტები) დაღვრის შემთხვევაში საჭიროა შემდეგი სტრატეგიული ქმედებების განხორციელება:

- ინფორმაციის გადაცემა სხვა პერსონალისთვის და სამაშველო რაზმისთვის;



- უზანზე მომუშავე ყველა დანადგარ-მექანიზმის გაჩერება;
- დაბინძურების წყაროს გადაკეტვა (არსებობის შემთხვევაში);
- ეთხოვოს პერსონალს ავარიაზე რეაგირებისათვის საჭირო აღჭურვილობის და ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების მობილიზება;
- მოხდეს სამეურნეო-ფეკალური კანალიზაციის სისტემის შესასვლელების (ჭების ხუფები) ბლოკირება;
- საჭიროების შემთხვევაში საჭიროა შესაფერისი შეულწევადი მასალისაგან (ქვიშის ტომრები, პლასტმასის ფურცლები, პოლიეთილენის აკეები და სხვ.) გადასაკეტი ბარიერების მოწყობა ისე, რომ მოხდეს დაღვრილი ნივთიერებების შეკავება ან გადაადგილების შეზღუდვა;
- ბარიერები უნდა აიგოს ნალის ფორმით, ისე, რომ გახსნილი მხარე მიმართული იყოს ნივთიერებების დინების შემხვედრად;
- მოხდეს დაღვრილი ნავთობპროდუქტების შეგროვება ცოცხებისა და ტილოების გამოყენებით;
- დაღვრილი ნავთობპროდუქტების შესაშრობად საჭიროა შთანთქმელი (აბსორბენტული) საფენების გამოყენება;
- მოაგროვეთ ნავთობპროდუქტები ისე, რომ შესაძლებელი იყოს მისი კონტეინერში (ჭურჭელში) შეგროვება და შემდგომი გადატანა.
- ნავთობის შეწოვის შემდეგ საფენები უნდა მოთავსდეს პოლიეთილენის ტომრებში (საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია საფენების ხელმეორე გამოყენება);
- მოედანი სრულიად უნდა გაიწმინდოს ნარჩენი ნავთობპროდუქტებისგან, რათა გამოირიცხოს მომავალში წვიმის წყლებით დამაბინძურებლების წარეცხვა;
- გაწმენდის ოპერაციების დამთავრების შემდეგ ყველა საწმენდი მასალა უნდა შეგროვდეს, შეიფუთოს და დასაწყობდეს შესაბამისად დაცულ ადგილებში.

შელწევად ზედაპირზე ნავთობპროდუქტების დაღვრის შემთხვევაში საჭიროა შემდეგი სტრატეგიული ქმედებების განხორციელება:

- ინფორმაციის გადაცემა სხვა პერსონალისთვის და სამაშველო რაზმისთვის;
- უზანზე მომუშავე ყველა დანადგარ-მექანიზმის გაჩერება (იმ შემთხვევაში თუ ადგილი აქვს ზეთების დაღვრას ქვესადგურის ტერიტორიაზე, აუცილებელ პირობას წარმოადგენს დაღვრის სიახლოვეს არსებული ყველა ელექტროდანადგარის - ტრანსფორმატორები, ამომრთველები და სხვა გათიშვა შესაბამისი თანმიმდევრობით);
- დაბინძურების წყაროს გადაკეტვა (არსებობის შემთხვევაში);
- ეთხოვოს პერსონალს ავარიაზე რეაგირებისათვის საჭირო აღჭურვილობის და ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების მობილიზება;
- მოხდეს სამეურნეო-ფეკალური კანალიზაციის სისტემის შესასვლელების (ჭების ხუფები) ბლოკირება;
- შთანთქმელები უნდა დაეწყოს ერთად ისე, რომ შეიქმნას უწყვეტი ბარიერი (ზღუდე) მოძრავი ნავთობპროდუქტების წინა კიდის პირისპირ. ბარიერის ბოლოები უნდა მოიხაროს წინისკენ, რათა მან ნალის ფორმა მიიღოს;
- დაღვრილი ნავთობპროდუქტების შეკავების ადგილი უნდა დაიფაროს პოლიეთილენის აკის ფურცლებით, რათა არ მოხდეს ნავთობის შეღწევა ნიადაგის ქვედა ფენებში;
- აღსანიშნავია, რომ თუ შეუძლებელია შემაკავებელი პოლიეთილენის ფურცლების დაფენა, მაშინ ბარიერების მოწყობა გამოიწვევს ნავთობის დაგროვებას ერთ ადგილზე, რაც თავის მხრივ გამოიწვევს ამ ადგილზე ნიადაგის გაჯერებას ნავთობით, ნავთობპროდუქტების შეღწევას ნიადაგის უფრო ქვედა ფენებში;
- დაღვრილი ნავთობპროდუქტების შესაშრობად საჭიროა შთანთქმელი (აბსორბენტული) საფენების გამოყენება;



- მოაგროვებ ნავთობი ისე, რომ შესაძლებელი იყოს მისი კონტეინერში (ჭურჭელში) შეგროვება და შემდგომი გადატანა;
- ნავთობის შეწოვის შემდეგ საფენები უნდა მოთავსდეს პოლიეთილენის ტომრებში (საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია საფენების ხელმეორე გამოყენება);
- მოედანი სრულიად უნდა გაიწმინდოს ნარჩენი ნავთობპროდუქტებისგან, რათა გამოირიცხოს მომავალში წვიმის წყლებით დამაბინძურებლების წარეცხვა ან ნიადაგის ღრმა ფენებში გადაადგილება;
- გაწმენდის ოპერაციების დამთავრების შემდეგ ყველა საწმენდი მასალა უნდა შეგროვდეს, შეიფუტოს და დასაწყობდეს შესაბამისად დაცულ ადგილებში;
- მიწის ზედაპირზე არსებული მცენარეულობის და ნიადაგის ზედა ფენის დამუშავება უნდა დაიწყოს დაბინძურების წყაროს მოცილებისთანავე ან გაჟონვის შეწყვეტისთანავე;
- როგორც კი მოცილებული იქნება მთელი გაჟონილი ნავთობპროდუქტები, სამშენებლო სამუშაოების მენეჯერის / ნაგებობის უფროსის მითითებისა და შესაბამისი კომპეტენციის მქონე მოწვეული სპეციალისტის ზედამხედველობით უნდა დაიწყოს დაბინძურებული ნიადაგის მოცილება და მისთვის სარემედიაციო სამუშაოების ჩატარება.

მდინარეში ნავთობპროდუქტების დაღვრის შემთხვევაში საჭიროა შემდეგი სტრატეგიული ქმედებების განხორციელება:

- ინფორმაციის გადაცემა სხვა პერსონალისთვის და სამაშველო რაზმისთვის;
- მდინარეში ჩაღვრის შემთხვევაში ქვედა ბიეფში მოსახლეობის ინფორმირება;
- უბანზე მომუშავე ყველა დანადგარ-მექანიზმის გაჩერება (იმ შემთხვევაში თუ ადგილი აქვს სატურბინე ზეთების ჩაღვრას ნამუშევარ წყალში, აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ჰიდროტურბინების მუშაობის შეჩერება შესაბამისი თანმიმდევრობით);
- დაბინძურების წყაროს გადაკეტვა (არსებობის შემთხვევაში);
- ეთხოვოს პერსონალს ავარიაზე რეაგირებისათვის საჭირო აღჭურვილობის და ინდივიდუალური დაცვის საშუალებების მობილიზება;
- მდინარის სანაპირო ცელით გასუფთავდეს მცენარეულობისაგან;
- დაუყოვნებლივ მოხდეს მდინარის დაბინძურებული მონაკვეთის გადაღობვა ხის დაფებით ან სამდინარო ბონებით. დამატებითი საჭიროების შემთხვევაში შესაძლებელია მიწით გავსებული ტომრების გამოყენება;
- მდინარის ზედაპირზე შეგროვებული ნავთობპროდუქტების ამოღება მოხდეს საასენიზაციო მანქანებით;
- ნაპირზე დაღვრილი ნავთობპროდუქტების შესაშრობად გამოყენებული უნდა იქნეს შთანმთქმელი (აბსორბენტული) საფენები;
- ნავთობის შეწოვის შემდეგ საფენები მოთავსდეს ნარჩენების განსათავსებელ პოლიეთილენის ტომრებში.



კითხვები თვითშემოწმებისათვის:

1. ჩამოთვალეთ წარმოებაში შესაძლებელი ავარიული სიტუაციები
2. ჩამოთვალეთ ავარიაზე რეაგირებისთვის საჭირო აღჭურვილობა
3. რას მოიცავს ავარიულ სიტუაციაზე რეაგირების გეგმა?
4. აღწერეთ რეაგირება ხანძრის შემთხვევაში
5. აღწერეთ რეაგირება საშიში ნივთიერებების დაღვრის შემთხვევაში.



რეკომენდებული ლიტერატურა და სასწავლო მასალები

- ❖ ნ. ჯვარელია, ლ. ჩხეიძე. შრომის უსაფრთხოება. თბილისი, სტუ. 2009 წ. 100 გვ.
- ❖ ლ. ჩხეიძე, ნ. ჯვარელია. საწარმოო სანიტარია და შრომის ჰიგიენა. თბილისი, სტუ-ს გამ-ბა, 2009 წ. 257 გვ.
- ❖ შრომის პირობების ჰიგიენური კლასიფიკაცია საწარმოო გარემოს ფაქტორების, შრომის პროცესების მავნეობისა და საშიშროების მიხედვით. საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება №147/ნ, „მძიმე, მავნე და საშიშპირობებიან სამუშაოთა ნუსხის“ დამტკიცების თაობაზე, 2007 წ.
- ❖ http://www.rogor.ge/article_1051_rogor-gavuwiot-pirveladi-daxmareba-dazaralebuli-zogadi-principebi.html
- ❖ <http://borbonchia.ge/2208-.html>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=BUtucDZf08Y>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=rUXEAiLQt04>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=pJtv1UYWCxM>
- ❖ <http://www.coverguard-workwear.com/catalogue/FAD/files/assets/basic-html/page-1.html#>
- ❖ <http://www.lux-optical.com/catalogue/FAD/files/assets/basic-html/page-1.html#>
- ❖ <http://www.eurotechnique-gloves.com/catalogue/FAD/files/assets/basic-html/page-1.html#>
- ❖ <http://www.toplock-rescue.com/catalogue/FAD/files/assets/basic-html/page-1.html#>
- ❖ <http://www.coverguard-expert.com/catalogue/FAD/files/assets/basic-html/page-1.html#>
- ❖ <http://m2m.ge/article.php?lng=ge&ID=31>
- ❖ <http://solutions.3m.com>



გამოყენებული ლიტერატურა

1. გარემოსდაცვითი კონტროლის სფეროში გამოყენებულ ტერმინთა ინგლისურ-რუსულ-ქართული განმარტებითი ლექსიკონი. OECD, 2004, 297 გვ.
2. ც. თურქაძე, ბ. ბუცხრიკიძე „გარემოს დაცვა და ბუნებათსარგებლობის ეკოლოგია“, I ნაწილი. ქუთაისი, 2008.
3. ც. თურქაძე, ბ. ბუცხრიკიძე „გარემოს დაცვა და ბუნებათსარგებლობის ეკოლოგია“, II ნაწილი. ქუთაისი, 2008.
4. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო. ევროკავშირთან დაახლოების პროცესის საგზაო რუკა გარემოს დაცვისა და კლიმატთან დაკავშირებული ქმედებების საკითხებში. http://moe.gov.ge/files/news_img/2015/ivnisi/sagzao_ruka/AA-DCFTA_Roadmap_GEO.pdf
5. ლ. ჩხეიძე, ნ. ჯვარელია, ნ. ბოჭორიშვილი, ი. ბოჭორიშვილი „ზოგადი და საინჟინრო ეკოლოგიის საფუძვლები“. 1999.
6. გარემოსდაცვითი მმართველობა საქართველოში და ევროკავშირის როლი მის გაძლიერებაში. მწვანე ალტერნატივა. 2006, 85 გვ.
7. საქართველოს კანონი გარემოს დაცვის შესახებ. 2000.
8. გარემოსდაცვითი განათლება სკოლაში. მასწავლებლის წიგნი. თბილისი. 2013
9. Mark Z. Jacobson. ATMOSPHERIC POLLUTION HISTORY, SCIENCE, AND REGULATION, CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. 2002
10. EPA Guidelines: Regulatory monitoring and testing Water and wastewater sampling, 2007
11. EPA Quick Guide to Drinking Water Sample Collection. 2015
12. EU, 2008, Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe.
13. EEA, 2015b, Air Quality in Europe — 2015 report, EEA Report, European Environment Agency. ISBN 978-92-9213-702-1
14. WHO, 2014b, Ambient (outdoor) air quality and health, Fact sheet No 313, Updated March 2014
15. საქართველოს გარემოსდაცვითი კანონმდებლობის ევროკავშირის კანონმდებლობასთან კონვერგენცია. 2013.
16. ე. ელიზბარაშვილი. ქიმიური ექსპერიმენტის ტექნიკა. ე. ელიზბარაშვილი. თბილისი, 2015.
17. ც. ლუღუშაური. ანალიზის ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები. თბილისი, სტუ-ს გამ - ბა, 2008, 340 გვ.
18. გ. ცინცაძე, თ. წიფწივაძე, ნ. იმნაძე, ე. თოფურია, თ. ტუსიაშვილი. მასალების ანალიზის ქიმიური და ფიზიკურ-ქიმიური მეთოდები. თბილისი, სტუ-ს გამ - ბა 2009, 81 გვ.
19. ც. თურქაძე, მ. კუხიანიძე. კომპლექსური მეთოდური მითითებანი ლაბორატორიული სამუშაოებისათვის გარემოს კომპონენტების მდგომარეობის ხარისხობრივი კონტროლისათვის. ქუთაისი, აწსუ, 2015, 422 გვ.
20. საქართველოს მთავრობის დადგენილება N 425. 2013 წლის 31 დეკემბერი ქ. თბილისი. საქართველოს ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის ტექნიკური რეგლამენტის დამტკიცების თაობაზე;
21. ქ. ქობულეთის მუნიციპალური ჩამდინარე წყლების გამწმენდი ნაგებობის მშენებლობის და ოპერირების პროექტი. გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში. 2013.
22. სს „ლომისი“ ლუდსახარში ნატახტარის ჩამდინარე წყლების ბიოლოგიური გამწმენდი ნაგებობის ოპერირების პროექტი. გარემოზე ზემოქმედების შეფასების ანგარიში. 2013.
23. საწარმოო და არასაწარმო ობიექტების ჩამდინარე წყლების ზედაპირული წყლის ობიექტებში ჩაშვების ტექნიკური რეგლამენტი. საქართველოს მთავრობის დადგენილება N17 2013 წლის 3 იანვარი.
24. ტექნიკური რეგლამენტი გარემოსთვის მიყენებული ზიანის განსაზღვრის (გამოანგარიშების) მეთოდის, საქართველოს მთავრობის 2014 წლის N54 დადგენილება
25. ნ. ჯვარელია, ლ. ჩხეიძე, „შრომის უსაფრთხოება“. თბილისი, სტუ. 2009, 100 გვ.
26. ლ. ჩხეიძე, ნ. ჯვარელია „საწარმოო სანიტარია და შრომის ჰიგიენა“. თბილისი, სტუ, 2009, 257 გვ.
27. შრომის პირობების ჰიგიენური კლასიფიკაცია საწარმოო გარემოს ფაქტორების, შრომის პროცესების მავნეობისა და საშიშროების მიხედვით. საქართველოს შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის ბრძანება №147/ნ, „მძიმე, მავნე და საშიშპირობებიან სამუშაოთა ნუსხის“ დამტკიცების თაობაზე, 2007.



28. საქართველოს ზედაპირული წყლების დაბინძურებისაგან დაცვის ტექნიკური რეგლამენტი. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის N 425 დადგენილება.
29. ტექნიკური რეგლამენტი წყალდაცვითი ზოლის შესახებ. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის N 450 დადგენილება.
30. ტექნიკური რეგლამენტი საქართველოს ტერიტორიაზე რადიაციული უსაფრთხოების ნორმები. რადიაციული უსაფრთხოების ნორმები (რუნ-2000). ჰიგიენური ნორმატივები. საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 3 იანვრის N28 დადგენილება.
31. ტექნიკური რეგლამენტი - პესტიციდების და აგროქიმიკატების შენახვის, ტრანსპორტირების, რეალიზაციისა და გამოყენების წესები. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის N 451 დადგენილება.
32. საშიში ქიმიური ნივთიერებების ნიშანდებისა და ეტიკეტირების ტექნიკური რეგლამენტი. საქართველოს მთავრობის 2013 წლის 31 დეკემბრის N 428 დადგენილება.
33. ვ. ერისთავი „გარემოს გაჭუჭყიანების წყაროები და მათი ლიკვიდაციის ტექნიკური ღონისძიებები“. 1985, 223 გვ.
34. <http://borbonchia.ge/2208-.html>
35. ც. თურქაძე, ბ. ბუცხრიკიძე. ეკოტოქსიკოლოგია. აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. 2008.
36. ი. ელიავა, გ. ნახუცრიშვილი, გ. ქაჯაია. ეკოლოგიის საფუძვლები, თბილისი, თსუ, 1992.
37. დაბინძურების სტაციონარული წყაროებიდან ატმოსფერულ ჰაერში გაფრქვევების ფაქტობრივი რაოდენობის განსაზღვრის ინსტრუმენტული მეთოდის და გაფრქვევების ფაქტობრივი რაოდენობის დამდგენი სპეციალური გამოზომ-საკონტროლო აპარატურის შესახებ. საქართველოს მთავრობის დადგენილება, N435, 2013 წლის 31 დეკემბერი.
38. გარემოს ხარისხობრივი მდგომარეობის ნორმების დამტკიცების შესახებ. ბრძანება N 297/ნ, 15.09.2006.
39. აირმტვერდამჭერი მოწყობილობის ექსპლუატაციის ტექნიკური რეგლამენტი. საქართველოს მთავრობის 2014 წლის 3 იანვრის N21 დადგენილება.
40. გარემოს ეროვნული სააგენტოს ვებ-გვერდი. <http://nea.gov.ge>
41. საქართველოს გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების სამინისტროს ვებ-გვერდი. <http://www.moe.gov.ge>
42. 2014 წლის ბიულეტენი საქართველოში სტაციონარული ობიექტებიდან ატმოსფერულ ჰაერში მავნე ნივთიერება-თა გაფრქვევების შესახებ. საქართველოს გარემოსა და ბუნებრივი რესურსების დაცვის სამინისტრო. ატმოსფერული ჰაერის დაცვის სამსახური. 2015.
43. <http://www.lux-optical.com/catalogue/FAD/files/assets/basic-html/page-1.html#>
44. <http://www.eurotechnique-gloves.com/catalogue/FAD/files/assets/basic-html/page-1.html#>
45. <http://www.toplock-rescue.com/catalogue/FAD/files/assets/basic-html/page-1.html#>
46. <http://www.coverguard-expert.com/catalogue/FAD/files/assets/basic-html/page-1.html#>
47. <http://m2m.ge/article.php?lng=ge&ID=31>
48. <http://solutions.3m.com>
49. საქართველოს კანონი ატმოსფერული ჰაერის დაცვის შესახებ.
50. საქართველოს კანონი წყლის შესახებ.
51. საქართველოს კანონი ნიადაგის დაცვის შესახებ.
52. საქართველოს კანონი გარემოზე ზემოქმედების ნებართვის შესახებ.
53. საქართველოს კანონი ეკოლოგიური ექსპერტიზის შესახებ.
54. საქართველოს კანონი ლიცენზიებისა და ნებართვების შესახებ.