

შაკ: 504.064.36

**ატმოსფერული მტვრის ნაწილაკების მედიკო-ბიოლოგიური
და ფიზიკო-ქიმიური თავისებურებათა მონიტორინგის ასპექტები
გუნია გ.**

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი
garrygunia@yahoo.com

გერმანელი მეცნიერის ვ. გიბსის მიერ შემოთავაზებული მცნება “აეროზოლი” მოიცავს აეროდისპერსულ სისტემების ფართო ნაირსახეობას, რომელთა შორის მტვერი, ნისლი და ბოლი არიან [1].

ატმოსფერული ჰაერის ერთ-ერთ ფართოდ გავრცელებულ მინარევს წარმოადგენს მტვერი, რომლის მახასიათებლები უკვე კარგადაა ცნობილი და შემოფოთებასაც იწვევენ. უმთავრესად ეს ქვედა ატმოსფეროსა და ჰაერის მიწისპირა ფენაში გავრცელებულ მტვრის ნაწილს ეხება.

ცნობილია, რომ ანთროპოგენური ზემოქმედების შედეგად ატმოსფეროში ამ მინარევის რაოდენობის მნიშვნელოვანი მატება აღინიშნება, რამაც უკვე არა მარტო სამრეწველო ცენტრებსა და ქალაქებში, არამედ მათგან მნიშვნელოვნად დაშორებულ რაიონებშიც კი საშიშ სიდიდეებს მიაღწია.

ხშირად ატმოსფერული მტვრის დაყოფას თავისი თვისებების მიხედვით აწარმოებენ, მათ შორის: ჰიგიენურად - ბიოლოგიური ზემოქმედებით; მეტეოროლოგიურად - ატმოსფეროში განაწილებით; ტექნოგენურად - ადამიანის სამეურნეო და სამრეწველო ქმედებით.

მტვრის ნაწილაკები, ასევე, ელექტროდამუხტვისა და რადიოაქტიურობის მიხედვითაც იყოფიან. ნაწილაკები, რომლებიც მთლიანად ან ნაწილობრივ რადიოაქტიური ნივთიერებისაგან შედგებიან, რადიოაქტიურ მტვრად იწოდებიან.

ატმოსფერული მტვრის მნიშვნელოვან თავისებურებას მისი ელექტრული თვისებები წარმოადგენენ. ჰაერში დანაწევრებულ წვრილდისპერსულ მტვერზე ელექტრული მუხტის არსებობა შეიძლება იყოს გამოწვეული, როგორც ატმოსფერული იონების პირდაპირი მიტაცებით, ისე მტვრის ნაკადში ურთიერთხახუნით, იმ შემთხვევაშიც კი, როცა აეროზოლი თავდაპირველად არც კი იყო დამუხტული. ამასთან, მიღებული მუხტის სიდიდე ურთიერთმოქმედ ნაწილაკთა ზომებისა და მასების სხვაობებზეა დამოკიდებული. ატმოსფერული მტვრის ზომების განსაზღვრას ქვეფენილი ზედაპირის დაბინძურებისა და ადამიანის ჯანმრთელობაზე მოქმედების საკითხების შესწავლისას ენიჭება დიდი მნიშვნელობა.

გამოვლენილია, რომ ადამიანის ფილტვებში, უმთავრესად, ისეთი ნაწილაკები ხვდებიან, რომელთა ზომები 5 მკმ-ს არ აღემატება. 10 მკმ-ზე (PM_{10} -აშშ) უფრო მსხვილი ნაწილაკები მთლიანად ცხვირის ღრუში ილექებიან, ხოლო, პირით სუნთქვისას, ისინი ზედა ბრონქების იქით არ შედიან. 5 მკმ-ს ტოლი ნაწილაკების მცირე რაოდენობისა და მათი უფრო დიდი ზომის უმეტესი ნაწილის დაკავება ხდება ცხვირში, ხოლო დანარჩენი ნაწილი კი, სედიმენტაციის ხარჯზე ბრონქებში ილექება და მხოლოდ მათი მცირე ნაწილი აღწევს ალვეოლებს. მტვრის ნაწილაკები 0.8-1.6 მკმ-ს დიამეტრით, ძირითადად, ბრონქებსა და ალვეოლებში ილექებიან, ხოლო 0.2-0.3 მკმ-ს დიამეტრის მქონე ნაწილაკების, დაახლოებით, 80% ისევ უკან ამოისუნთქებიან. ამ ზომებზე უფრო მცირე სიდიდის ნაწილაკების დალექვა ფილტვებში დიფუზიის ხარჯზე არის შესაძლებელი [2].

სუნთქვის პროცესში ელექტრული მუხტების მატარებელი მტვრის ნაწილაკები გაცილებით უფრო დიდი რაოდენობით დაიკავება, ვიდრე ნეიტრალური. ამასთან, ელექტროდამუხტული ნაწილაკების დაკავება 54%-ს შეადგენს, ხოლო ნეიტრალურებისა კი, მხოლოდ -18%-ს.

არსებული კვლევების მონაცემების ანალიზის შედეგად შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის თაობაზე, რომ ეკოლოგიური თვალსაზრისით საჭიროა ატმოსფერული მტვერი, ნაწილაკების დისპერსიულობის მიხედვით, დაიყოს ოთხ ჯგუფად:

- I ჯგუფს, ატმოსფეროში მუდმივად დისპერგირებული წვრილდისპერსიული, 15 მკმ-მდე ზომების, ნაწილაკები შეადგენენ. ჰიგიენური თვალსაზრისით, ამ ჯგუფში 5 მკმ-მდე ზომების ფრაქციის გამოყოფა არის მიზანშეწონილი, როგორც სასუნთქი ორგანოებისათვის

განსაკუთრებით მავნე ნაწილაკებისა;

- II-ე ჯგუფში 15-40 მკმ დიაპაზონის ზომების მტვრის ნაწილაკებია გაერთიანებული, რომლებიც გამუდმებით მოიპოვებიან სამრეწველო ცენტრებისა და მსხვილი ქალაქების ატმოსფერულ ჰაერში. ხელშემწყობი მეტეოროლოგიური პირობების არსებობას, ისინი ჰაერის ნაკადით ამ რაიონებიდან რამდენიმე ასეულ კილომეტრზეც კი გადაიტანებიან.

- III-ე ჯგუფს 40-100 მკმ ზომების მსხვილდისპერსიული ნაწილაკები შეადგენენ, რომლებიც სამრეწველო ობიექტებიდან 2-3 კმ დაშორებით და აგრეთვე მტვრიანი ქარბუქის პირობებში დაიკვირვებიან.

- IV-ე ჯგუფს 100 მკმ-ზე უფრო დიდი ზომების ნაწილაკები შეადგენენ. ამ სახის ნაწილაკები სამრეწველო ცენტრების საჰაერო აუზში და მტვრიანი ქარბუქის პირობებში დაიკვირვებიან.

ცხრ.1-ში ცემენტისა და ალუმინის საწარმოთა და თიხამიწის გადამამუშავებელი კომბინატის მიმდებარე რაიონებში, ემისიების წყაროებიდან სხვადასხვა მანძილზე, მტვრის ნაწილაკთა ზომების მიხედვით რიცხვითი კონცენტრაციის განაწილების კვლევათა გასაშუალოებული შედეგებია მოცემული, პროცენტებში.

ცხრილი 1. ემისიების წყაროებიდან სხვადასხვა მანძილზე მტვრის ნაწილაკთა რიცხვითი კონცენტრაციის განაწილება ზომების მიხედვით, %-ში

ნაწილაკთა ზომები, მკმ	მანძილი გამონაბოლქვთა წყაროდან, კმ					
	0.5	1.0	2.0	4.0	6.0	12.0
0 – 3	26.3	20.2	21.2	44.5	37.0	45.8
3 – 6	41.5	39.0	40.0	35.2	24.0	25.1
6 – 9	10.9	14.6	12.7	7.2	10.4	11.4
9 – 12	9.9	11.2	10.5	6.4	8.4	11.8
12 – 15	3.6	4.1	4.4	2.6	6.2	3.4
15 – 18	3.5	3.5	4.4	1.5	3.2	1.9
18 – 21	1.4	1.9	2.4	0.9	4.5	0.2
21 – 24	1.2	1.6	2.3	0.8	2.5	0.1
24 – 27	0.5	1.3	0.4	0.4	1.9	0.1
27 – 30	0.5	0.6	0.4	0.3	1.4	0.1
30 – 33	0.1	0.8	0.6	0.1	0.3	0.1
33 – 40	0.1	0.6	0.6	0.1	0.1	-
40 – 100	0.3	0.6	0.1	-	-	-
100 და მეტი	0.2	-	-	-	-	-

როგორც მოცემული ცხრილიდან ირკვევა, მინარევთა ემისიების წყაროებიდან 4-12კმ დაშორებით შესამჩნევად ჭარბობს 3 მკმ-მდე დიამეტრის მქონე ნაწილაკები. ზომების 6 მკმ-მდე გადიდებისას მათი რიცხვითი კონცენტრაციების მაქსიმალური სიდიდეების გადანაცვლება გამონაბოლქვების წყაროდან 0.5-2 კმ-ით დაშორებულ რაიონებში შეინიშნება. ამასთან, უფრო დიდ მანძილებზე ასეთი ნაწილაკების კონცენტრაციებს კლებადი ხასიათი გააჩნია.

უფრო დიდი ზომის ნაწილაკები, დისპერსიულობის მიხედვით, დაახლოებით, თანაბრად არიან განაწილებული გამონაბოლქვთა ჩირადნის თითქმის მთელ სიგრძეზე. ამის გამო გამწვანებულია ფრაქციების მიხედვით მათი დაგროვების რაიონების გამოყოფა.

ატმოსფეროს გამტვრიანების შესწავლისას, უნდა განვასხვავოთ ერთმანეთისაგან ბუნებრივი - “ფონური” და სამრეწველო წარმოშობის აეროზოლური მინარევები.

ბუნებრივი აეროზოლები, უმთავრესად, ზღვის მარილებისაგან, ტყის ხანძრის ბოლისაგან, ვულკანური წარმოშობის მინერალური მტვრისა და ქარის მიერ მიწის ზედაპირის ეროზიის პროდუქტების შემცველი (ეოლური მტვერი) ნაწილაკებისაგან შედგება. რომლებიც შეიცავენ: მცენარეთა ლპობის პროცესში წარმოქმნილ ორგანულ ნივთიერებებს; ცოცხალ ორგანიზმებს, როგორცაა, მაგალითად, ბაქტერიები; მცენარეთა სპორებს; ყვავილების მტვერს და, ნაწილობრივ, სამრეწველო რაიონებიდან ჰაერის ნაკადით გადმოტანილ ნივთიერებებს.

სამრეწველო რაიონების ჰაერი ძალზე დიდი რაოდენობის რთული ქიმიური შედეგნილობის მტვრის ნაწილაკებს შეიცავს, რომლებიც, ძირითადად, ადამიანის სამეურნეო საქმიანობის პროდუქტებისაგან შედგება. მისი განსაზღვრა ყველა შემადგენელი ქიმიური კომპონენტის გათვალისწინებით თითქმის შეუძლებელია.

ამ სახის მტვერში ორგანული წარმოშობის ნაწილაკთა შორის ფენოლისა და კარბოქსილის შემცველი, დიდი მოლეკულარული წონის შენაერთები ჭარბობენ, ანტრაცენების, პირენებისა და ნაფთოლების ჩათვლით, რომელთა ზოგადი ბუნება ყველა სამრეწველო რაიონისათვის, ალბათ, ერთნაირი უნდა იყოს, ხოლო არაორგანული ნივთიერებებიდან ლითონური შენაერთების დიდი რიცხვია აღმოჩენილი. აღნიშნული საკითხის შესწავლის მიზნით, მრავალი წლის განმავლობაში სრულდებოდა სპეციალური გამოკვლევები ემისიური სპექტრალური ანალიზისა და ატომურ-აბსორბციული მეთოდების გამოყენებით [3, 4].

განსახილველი საკითხის გაშუქების მიზნით, კავკასიის სხვადასხვა რეგიონში მრავალი წლის განმავლობაში ქვეყნული ზედაპირზე მოსული ატმოსფერული მტვრის სინჯების ფიზიკო-ქიმიური ანალიზის შედეგად მიღებული მიკრომინარევთა შემცველობა იქნა შესწავლილი და შეფასებული. ამასთან, დედამიწის ზედაპირზე მოსული აეროზოლების სინჯების შეგროვება ხორციელდება სედიმენტაციის მეთოდის დახმარებით. მიღებულ სინჯებში კი, მიკრომინარევების განსაზღვრა, ამ მიზნებისათვის ჩვენს მიერ შემუშავებული,

ემისიური სპექტრალური ანალიზის მეთოდის გამოყენებით სრულდებოდა. ამ კვლევების ზოგიერთი შედეგი ცხრ.2-შია მოტანილი, სადაც საკვლევი ელემენტების სიდიდეები წარმოდგენილია მათი მთლიანი ჯამის წილების სახით, პროცენტებში.

ცხრილი 2. ქვეფენილ ზედაპირზე მოსულ ატმოსფერულ მტვერში ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობა, %-ში

მინარევი	სინჯების შეგროვების პუნქტები							ჩრდილო კავკასია
	საქართველო			აზერბაიჯანი		სომხეთი		
	ქალაქის	ზღვის პირა	საქართ. მთიანი	ქალაქის	აზერბ. მთიანი	ქალაქის	სომხეთი მთიანი	
Si	10.1	16.7	15.4	15.8	13.1	9.2	3.6	30.6
Ca	8.9	12.9	31.8	13.4	13.1	29.3	16.0	13.9
Al	2.8	5.7	5.8	2.9	2.1	3.2	2.4	2.7
Mg	3.0	3.3	1.9	3.8	3.5	2.3	5.9	3.1
Fe	2.3	2.4	3.9	1.0	1.1	1.4	1.2	0.8
Mn	0.4	0.2	0.7	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1
Sr	0.4	0.2	0.2	0.8	0.5	0.8	0.6	0.2
Ti	0.4	0.1	0.3	0.3	0.1	0.1	0.03	0.2
Ni	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.001
Pb	0.04	0.02	0.04	0.02	0.09	0.02	0.02	0.02
Cr	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	0.03	-	0.01
V	0.01	0.01	0.01	0.003	0.003	0.004	-	0.004
Zr	0.02	0.003	0.06	0.02	0.003	0.1	-	0.03
Sn	0.01	0.01	0.01	0.003	0.01	0.01	0.001	0.01
Ag	0.01	0.001	0.001	0.001	0.003	-	0.0002	-
Ga	0.003	0.001	0.002	0.001	0.001	-	0.001	0.001
Be	0.001	0.0003	0.0004	0.0002	0.0001	0.0003	0.0002	-

ზემომოტანილიდან კარგად ჩანს, რომ ატმოსფერული მტვერი ქიმიური ელემენტების საკმაოდ ფართო სპექტრს შეიცავს, რაც მისი მიკროსტრუქტურის სირთულეზე მეტყველებს. გარდა ამისა, სხვადასხვა რეგიონებიდან მიღებული სინჯების, მიახლოებით, მსგავსი ქიმიური შედგენილობა სამრეწველო წარმოშობის მტვრის ნაწილაკების ჰაერის ნაკადით ერთი ქვეყნიდან მეორეში, ტრანსსასაზღვრო გადატანის არსებობაზე მიუთითებს. ეს კი, აღნიშნული პროცესების შედეგად, ატმოსფერული ჰაერისა და ქვეფენილი ზედაპირის ფიზიკურ-ქიმიური, ბიოლოგიური და სხვა თვისებების ფართომასშტაბური ცვლილებების შესაძლებლობაზე მეტყველებს.

როგორც საანალიზო ცხრილის მონაცემებიდან ირკვევა, საკვლევი რეგიონის სხვადასხვა ადგილში მტვრის ერთი და იგივე მიკრომინარეგის შემცველობა, პრაქტიკულად, ერთნაირი ხარისხისაა, ხოლო დედამიწის ზედაპირზე მოსული მათი აბსოლუტური სიდიდეები, სინჯების აღების ადგილმდებარეობაზე დამოკიდებულებით, მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან.

მაგალითად, ცხრ.3-ში მოტანილი მასალიდან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ, საქართველოს სამრეწველო ქალაქებში, ატმოსფეროდან მოსული საკვლევი მიკრომინარეგების რაოდენობა, რიგ შემთხვევაში, რამოდენიმეჯერ აღემატება ქვეყნის ზღვისპირა და მთიან რაიონებში აღრიცხულ მათ სიდიდეებს. ამაზე, განსახილველი ცხრილის ბოლო ორ სტრიქონში შესაბამის მონაცემთა შეფარდებების სახით მოტანილი, შეფასებები საკმაოდ მკაფიოდ მეტყველებენ.

საკვლევი მიკრომინარეგების კონცენტრაციათა სიდიდეები სამრეწველო საწარმოთა გამონაბოლქვების სახეობაზე, მეტეოროლოგიურ პირობებზე და საკვლევი რეგიონის გეოგრაფიულ მდებარეობაზე და ოროგრაფიაზე არის დამოკიდებული.

ატმოსფერული მტვრის თავისებურებანი მარტო აღნიშნულით არ შემოიფარგლება. მაგრამ, გარემოს დაბინძურების მონიტორინგის წარმოებისას, ზემოთ განხილულ მახასიათებლებს ეთმობა განსაკუთრებული ყურადღება. ისინი მიეკუთვნებიან ამ მინარეგის ძირითად თვისებებს და ატმოსფეროს აეროდისპერსიული სისტემების დიდი რიცხვიდან მისი გამოყოფის საშუალებას იძლევიან.

ცხრილი 3. საქართველოს რეგიონებში ატმოსფეროდან ქვეფენილ ზედაპირზე მოსული მიკრომინარეგების რაოდენობები, ტ/კმ³წლ.

რეგიონები	მინარეგები														
	Si	Ca	Al	Mg	Fe	Mn	Ti	Sr	V	Cr	Zr	Pb	Ar	Sn	Ni
ქალაქის	14.1	12.5	4.0	4.2	3.2	0.6	0.6	0.6	0.01	0.01	0.03	0.06	0.01	0.01	0.04
ზღვისპირა	11.7	9.0	4.0	2.3	1.7	0.1	0.1	0.1	0.01	0.01	0.002	0.01	0.001	0.01	0.01
მთიანი	6.2	12.7	2.3	0.8	1.6	0.3	0.1	0.1	0.004	0.01	0.02	0.02	0.0004	0.004	0.01
ქალ./ზღვ.პირა	1.2	1.4	1.0	1.8	1.8	6.0	6.0	6.0	1.0	1.0	15.0	6.0	10.0	1.0	4.0
ქალ./მთიანი	2.3	1.0	1.7	5.3	2.0	2.0	6.0	6.0	2.5	1.0	1.5	3.0	25.0	2.5	4.0

ლიტერატურა - REFERENCES - ЛИТЕРАТУРА

- Gibbs W. E. Clouds and Smoke. – N.Y. Blakiston, 1924. – 261p.
- Guniya G.S. Study of the Physicochemical Properties of Dust in the Ground Layer of the Atmosphere and of Methods of Measuring its Concentration. In: Air Pollution and Atmospheric Diffusion,/Edit. M.E. Berlyand. – John Wiley & Sons, New York-Toronto, Jerusalem-London, 1974, N.2, pp.110-122.
- Aleksandrov N.N., Guniya G.S., Konkov S.A. Methods for the Automatic Recording of Atmospheric Dust Concentrations and some of the Results Obtained. In: Special Environmental Report N3, Helsinki, 30 July-4 August 1973. - Geneva, WMO, 1974, N368.
- გუნია გარი. ეკოლოგიური მონიტორინგი. თბილისი, ჰმი, 2019, 244გვ.

უაკ: 504.064.36

ატმოსფერული მტვრის ნაწილაკების მედიკო-ბიოლოგიური და ფიზიკო-ქიმიური თავისებურებათა მონიტორინგის ასპექტები. /გუნია გ./სტუ-ის ჰმი-ის სამეცნ. რეგ. შრ. კრებ. – 2019. - ტ.127. - გვ.72-75. - ქართ.; რეზ.: ქართ., ინგლ., რუს. ნაშრომში განხილულია, ავტორის მიერ დამუშავებული, ატმოსფერული მტვრის მედიკო-ბიოლოგიური და ფიზიკო-ქიმიური თავისებურებათა საკითხები, მათ შორის, მოტანილია:

- მავნე ნივთიერებათა ემისიების წყაროებიდან სხვადასხვა მანძილზე მტვრის ნაწილაკთა რიცხვითი კონცენტრაციების განაწილება ზომების მიხედვით; - ატმოსფერულ მტვერში ლითონური მიკრომინარეგების შემცველობა; - საქართველოს სამრეწველო და რეკრეაციულ რეგიონებში ატმოსფეროდან ქვეფენილ ზედაპირზე მოსული მიკრომინარეგების მრავალწლიური საშუალო წონითი კონცენტრაციები.

UDC: 504.064.36

Aspects of monitoring biomedical and physico-chemical characteristics of atmospheric dust particles. /Gunia G.S./ Scientific Reviewed Proceedings of the IHM, GTU. - 2019 - vol.127 - pp.72-75. Georg.; Abst.: Georg., Eng., Rus. The article discusses, worked out by the author, issues of biomedical and physico-chemical properties of atmospheric dust, including: - distribution of numerical concentrations of dust particles at various distances from emission sources; - the content of metallic trace elements in atmospheric dust; long-term average values of weight concentrations of microimpurities, falling from the atmosphere on the underlying surface of industrial and recreational areas of Georgia.

УДК: 504.064.36

Аспекты мониторинга медико-биологических и физико-химических особенностей частиц атмосферной пыли. /Гуния Г.С./ Сб. Трудов ИГМ, ГТУ. - 2019. вып.127 - с.72-75. Груз.; Рез.: Груз., Англ., Рус. В статье рассматриваются, проработанные автором, вопросы медико-биологических и физико-химических свойств атмосферной пыли, в том числе: - распределение численных концентраций частиц пыли на различных расстояниях от источников выбросов; - содержание металлических микропримесей в атмосферной пыли; - многолетние средние значения весовых концентраций микропримесей, выпадающих из атмосферы на подстилающую поверхность в промышленных и рекреационных районах Грузии.