of the Black Sea

Demuri Demetrashvili, Diana Kvaratskhelia, Vepkhia Kukhalashvili

Summary

The paper presents a surface wind wave modeling system for the Georgian sector of the Black Sea based on the SWAN wave model. The SWAN model is based on solving of the wave energy balance spectral equation using a finite-difference method. The input data of the model are wind speed and direction at 10 m above sea level and seabed relief, while the output information is wave height and direction. The calculations are performed in three stages. In the first stage, the wave model is implemented for the entire sea basin. The calculations results obtained in this stage are used as boundary conditions at the liquid boundary for the eastern region of the Black Sea, and the results obtained in the second stage are used for the third stage, which includes the Batumi-Poti-Anakia water area. Some calculation results are presented for illustrative purposes.

Key words: wave height, wind forcing, spectrum equation, wave regime.

შიგაწვის ძრავების მიერ ჰაერის დაბინძურების ბუნებრივი წყაროებიდან გარემოში გამოყოფილი ტექნოგენური მტვრის და ხელოვნური წარმოშობის მტვრისმაგვარი ნაწილაკებისაგან ატმოსფერული ჰაერის ნაწილობრივი გაწმენდის ეფექტი

რომან კენკიშვილი
საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის რაფიელ დვალის სახელობის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტი

ანსტრაქტი: *ნაშრომში გამახვილებულია ყურადღება რომ, წიაღისეულ საწვავზე მომუშავე შიგაწვისძრავიანი ტრანსპორტი, გავრცელების მასშტაბებიდან გამომდინარე, წარმოადგენს გარემოს ერთ-ერთ დამბინძურებელს. შიგაწვის ძრავას მუშა პროცესის თავისებურებებიდან გამომდინარე, ასეთი ტრანსპორტი, შესაბამისი ღონისძიებების გატარების შემდეგ, პერსპექტივაში შეიძლება განხილულ იქნას როგორც არა მხოლოდ გარემოს დამბინძურებელ, არამედ როგორც დამსუფთავებელ საშუალებად. კერძოდ, ატმოსფერული ჰაერის გარკვეული ნაწილი მტვერთან და მყარ ნაწილაკებთან ერთად გადის შიგაწვის ძრავების კვების სისტემის ფილტრებში და ამ ნაწილაკების დიდი ნაწილის ჰაერიდან გამოყოფა-დალექვა ხდება მფილტრავ ელემენტებზე, ხოლო ნაწილი იწვება ძრავაში. ამასთან, ვინაიდან შიგაწვის ძრავას გამონაბოლქვი აირების სახით გააჩნია აუთვისებელი სიმძლავრე, საერთო სიმძლავრის 25-27 %-ის ოდენობით, გარკვეული საინჟინრო გადაწყვეტებით შესაძლებელია ამ სიმძლავრის გამოყენება ავტომობილის გარემომცველი ჰაერის მყარი ნაწილაკებისაგან გასასუფთავებლად, რაშიც იგულისხმება ნამუშევარი აირების გამომშვებ სისტემაზე ეჟექტორული კვანძებისა და დამატებითი ფილტრების მოწყობა. გარდა ამისა, საზოგადოებრივი ტრანსპორტის სა-*

ლონში არსებული ჰაერის ძრავაში იძულებითი მიწოდებით შესაძლებელია ალერგიული და ვირუსული ბაქტერიებით დაბინძურების პრევენცია.

ატმოსფერო რთული ფიზიკურ-ქიმიური სისტემაა, რომელიც ურთიერთქმედებაშია მიწის ზედაპირთან, ოკეანესა და ბიოსფეროსთან. მისი შემადგენლობა განუწყვეტლივ იცვლება. ბოლო ასწლეულში ეს ცვლილებები მკვეთრად დააჩქარა ადამიანის საქმიანობამ. მრეწველობა, ტრანსპორტი, ენერგეტიკული ობიექტები, სოფლის მეურნეობა ატმოსფეროში გამოყოფს ადამიანისა და ზოგადად ცოცხალი გარემოსთვის საშიშ, ქიმიურად აქტიურ და ტოქსიკურ ნაერთებს. ზოგიერთი მათგანი ფორმირდება უშუალოდ ჰაერში შედარებით ნეიტრალური ქიმიური წინამორბედებისგან. ისეთ ნივთიერებებს, როგორებიცაა ნახშირწყალბადები, აზოტის, გოგირდის და ნახშირბადის ჟანგეულები, შეუძლიათ შეცვალონ ატმოსფეროს ჟანგვითი თვისებები, ე.ი. ატმოსფეროს შესაძლებლობა აქვს ტრანსფორმირება გაუკეთოს დამაჭუჭყიანებებელ მინარევებს, გადაიყვანოს ისინი ნეიტრალურ ფორმებში და გამოიყვანოს საჰაერო გარემოდან. ისინი ხელს უწყობენ აგრეთვე ე.წ. ფოტოქიმიური ოზონის და სმოგის შექმნას ტროპოსფეროში, რომლებიც ნეგატიურად მოქმედებს ბიოსფეროზე. აზოტისა და გოგირდის ჟანგეულების წვიმის წვეთებში გახსნა იწვევენ მჟავე ნალექებს, რომლებსაც, ბუნებრივი გარემოსთვის ინდუსტრიულ რეგიონებში, დიდი ზიანი მოაქვთ.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ ატმოსფერული ჰაერის უმთავრეს დამაბინძურებელს წარმოადენს ანთროპოგენური წყაროები. ითვლება, რომ ყველაზე მეტად ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებას იწვევს სამრეწველო საწარმოები. წვის პროცესისას ატმოსფერული ჰაერის უმთავრესი დამაბინძურებლებია: ნახშირბადის მონოქსიდი (CO), აზოტის ოქსიდები (NO_x), გოგირდის დიოქსიდი (SO_2), მყარი ნაწილაკები, არამეთანური აქროლადი ორგანული ნაერთები, ბენზ(ა)პირენი და დიოქსინ/ფურანები, ასევე სიგარეტის და ფოთლების ნამწვი. დაბინძურების განსაკუთრებული წყაროებია: თბოელექტროსადგურები, რომლებიც კვამლთან ერთად გამოაფრქვევენ გოგირდოვან აირს და ნახშირბადის მონოქსიდს; მეტალურგიული საწარმოები, განსაკუთრებით კი ფერადი მეტალურგიის საწარმოები, საიდანაც ატმოსფერულ ჰაერში ხვდება: აზოტის ოქსიდები (NO_x), გოგირდწყალბადი, ქლორი, ფტორი, ამიაკი, ფოსფორი, ვერცხლისწყალი და დარიშხანის ნაერთები; ქიმიური და ცემენტის ქარხნები. ყველა ეს ნივთიერება ატმოსფერულ ჰაერში დაგროვებისას ცვლის ატმოსფეროს ბუნებრივ ფიზიკურ-ქიმიურ შემადგენლობას და კონცენტრაციის გარკვეულ ზღვრამდე მიღწევის შემდეგ, უარყოფითად ზემოქმედებს ადამიანის ჯანმრთელობაზე, ეკო სისტემებსა და მატერიალურ ფასეულობებზე.

გლობალური დათბობის ეფექტი, სმოგი, ასევე ოზონის შრის შემცირება და მჟავე წვიმები ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების შედეგია. სათბურის ეფექტი გამოწვეულია ტოქსიკური ნივთიერებების ემისიით, რომლებიც გამოიყოფა ქვანახშირის და ნავთობის მოპოვებისას და ნავთობპროდუქტების წვის შედეგად. წიაღისეული საწვავის მოხმარებამ და ცემენტის წარმოებამ XVIII საუკუნიდან მოყოლებული, დაახლოებით 337 მილიარდი ტონა ნახშირბადის გაფრქვევა გამოიწვია ატმოსფეროში და განსაკუთრებული ინტენსივობა ამ პროცესმა XX საუკუნის 50-იანი წლებიდან შეიძინა. ატმოსფერულ ჰაერში ნახშირბადის დიოქსიდის (CO_2) გაფრქვევა გლობალური დათბობის ეფექტის წარმოქმნის ერთ-ერთი მთავარი მიზეზია. ანთროპოგენური წარმოშობის CO_2-ის უმთავრესი წყარო წიაღისეუ-

ლი საწვავის მოხმარებაა, რაც ნახშირბადის დიოქსიდის საერთო გლობალური ემისიის დაახლოებით 80%-ს შეადგენს. სათბურის ეფექტის გამომწვევი აირებიდან აღსანიშნავია მეთანი, რომელიც ატმოსფეროში ხვდება ჭაობებიდან და ცოცხალი ორგანიზმებიდან, მაგრამ მეთანის ატმოსფეროში განბნევის ძირითადი წყარო ბუნებრივი აირის მოპოვებაა. რაც შეეხება მოპოვებული მეთანის სათბობად გამოყენებას, ამ პროცესის დროსაც ატმოსფერულ ჰაერში უხვად გამოიყოფა ნახშირბადის მონოქსიდი (CO), ნახშირბადის დიოქსიდი (CO_2), გოგირდის დიოქსიდი (SO_2) და ადამიანის ჯანმრთელობისათვის სხვა მავნე ნივთიერებები.

მნიშვნელოვნად აუარესებს ეკოლოგიურ მდგომარეობას ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება აეროზოლებით, რომლებიც ჰაერში იმყოფებიან შეტივტივებულ მდგომარეობაში მყარი ან თხევადი ნაწილაკების სახით. აეროზოლების მყარი კომპონენტები რიგ შემთხვევაში განსაკუთრებით საშიშია ცოცხალი ორგანიზმებისთვის, ადამიანებში კი იწვევენ სპეციფიურ დაავადებებს. აეროზული დამაბინძურებლები ატმოსფეროში არსებობენ კვამლის, ნისლის და ბინდის სახით. ატმოსფეროში მათი მნიშვნელოვანი ნაწილი წარმოიქმნება მყარი და თხევადი ნაწილაკების ერთმანეთთან ან წყლის ორთქლთან ურთიერთქმედებით. აეროზოლების ნაწილაკების ზომები დიამეტრებია 0.1÷100 მკმ.

დედამიწის ატმოსფეროში ყოველწლიურად ხვდება თითქმის 11 კმ³ მოცულობის ხელოვნური წარმოშობის მტვრისმაგვარი ნაწილაკები. ხელოვნური აეროზოლური დამაბინძურებლების ძირითადი წყაროებია: გამამდიდრებელი ფაბრიკები, თბოლოელექტროსადგურები, მეტალურგიული, ცემენტის და მაგნეზიტის ქარხნები. აღნიშნული წყაროების აეროზოლური ნაწილაკები გამოირჩევა ქიმიური შემადგენლობის დიდი მრავალფეროვნებით. მათ შემადგენლობაში ყველაზე ხშირად ჩნდება სილიციუმის, კალციუმის და ნახშირბადის ნაერთები, იშვიათად მეტალთა ოქსიდები (რკინის, მაგნიუმის, თუთიის, სპილენძის, ტყვიის და სხვ.) და აგრეთვე აზბესტი. კიდევ უფრო დიდი მრავალფეროვნებით გამოირჩევა ორგანული მტვერი, რომელიც შეიცავს მარილებს, ალიფატურ და არომატულ ნახშირწყალბადებს. ის წარმოიქმნება ნავთობგადამამუშავებელ და ნავთობქიმიურ საწარმოებში პიროლიზის დროს ნარჩენი ნავთობპროდუქტების დაწვისას.

ატმოსფერული ჰაერის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დამაბინძურებელია მყარი ნაწილაკები (PM), რომლებიც წარმოადგენენ ატმოსფერულ ჰაერში მყარი ნაწილაკების და სითხის წვეთების ნარევს. დამაბინძურებლები შედგებიან სხვადასხვა ზომის ნაწილაკებისაგან, რომლებიც შეიცავენ მრავალი სახის სხვადასხვა მასალას და ქიმიურ ნივთიერებებს. 2016 წლის შეფასებებით მსოფლიოს ქალაქებისა და სოფლის რაიონებში მცირე ზომის მყარი ნაწილაკებით ჰაერის დაბინძურებამ გამოიწვია 4,02 მილიონი ადამიანის ნაადრევი სიკვდილი. ზოგადად, რაც უფრო ნაკლებია ნაწილაკის ზომა მით უფრო სახიფათოა ჯანმრთელობისთვის, ვინაიდან უფრო ადვილად შეისუნთქება და ხვდება ადამიანის ორგანიზმში. ზომის მიხედვით მყარი ნაწილაკები იყოფა ნაწილაკებად რომელთა დიამეტრი ≤ 10 მკმ-ზე (PM_{10}) და ნაწილაკებად რომელთა დიამეტრი ≤ 2,5 მკმ-ზე ($PM_{2,5}$). მყარი ნაწილაკების გაფრქვევის უამრავი წყარო არსებობს, მათი გაფრქვევა შესაძლებელია ისეთი ბუნებრივი წყაროებიდან როგორებიცაა ტყის ხანძრები, ქარისგან გამოწვეული ეროზია, ასევე მნიშვნელოვანია ანთროპოგენური წყაროები: სოფლის მეურნეობა, წიაღისეულის წვა, სამრეწველო

პროცესები, საკვამლე მილები, ავტოტრანსპორტი და მშენებლობა. სწორედ ამ წყაროებიდან გამოიყოფა მტვერი, ჭვარტლი და კვამლი, რომლებიც შეიცავენ მყარ ნაწილაკებს. PM_{10} - ის წარმოქმნა შეუძლია გოგირდის დიოქსიდს, აზოტის ოქსიდებს, ამიაკს და ასევე აქროლად ორგანულ ნაერთებს. ატმოსფეროში გაფრქვეული მყარი ნაწილაკების შემადგენლობა ძლიერ არასასურველ ზემოქმედებას ახდენა ცოცხალ ორგანიზმებზევინაიდან შეიცავენ ისეთი ნივთიერებებს როგორებიცაა: ტყვია, კადმიუმი, დარიშხანი, ფოსფორი, ბენზ(ა)პირენი და სხვ. სწორედ ტყვიის, კადმიუმის და დარიშხანის აეროზოლები იწვევენ მოწამვლას და სხვადასხვა სახის დაავადებებს, მათ შორის ონკოლოგიურსაც. რაც შეეხება სხვა არაორგანულ ნაწილაკებს, მათში შედიან სულფატები, ნიტრატები, მძიმე ლითონები, არაორგანული ტუტე და ტუტემიწათა იონები (NA^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}) და ა.შ.

ატმოსფეროში გაფრქვეული მყარი ნაწილაკები უარყოფითად მოქმედებენ გარემოზე. მათი შემადგენლობიდან გამომდინარე შეუძლიათ გაზარდონ ტბის წყლის მჟავიანობა, დააზიანონ ტყეები, სოფლის მეურნეობა (მოსავალი) და სხვ. მცირე ზომის ნაწილაკების შესუნთქვას შეუძლია მნიშვნელოვანი ზიანი მიაყენოს ადამიანის ორგანიზმს. ნაწილაკების მცირე ზომები მათ საშუალებას აძლევს შეაღწიონ ღრმად ფილტვებში, შემდეგ გადაინაცვლონ სისხლძარღვებში, გულში და შესაძლოა სხვა ორგანოებშიც. მყარი ნაწილაკების მოხვედრა ადამიანის ორგანიზმში, დაკავშირებულია ჯანმრთელობის ისეთ პრობლემებთან როგორებიცაა: სასუნთქი გზების მოწამვლა, სუნთქვის გართულება, ასთმა, ქრონიკული ბრონქიტი და ზოგიერთი სახის სიმსივნური დაავადებები. PM_{10} ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებლებში ერთ-ერთი ყველაზე მავნეა, ადამიანის მიერ მათ შესუნთქვა უარყოფითად მოქმედებს სასუნთქ სისტემაზე, ზიანს აყენებს ფილტვებს და წარმოადგენს სიმსივნური დაავადებების ერთ-ერთ გამომწვევ მიზეზს.

ქალაქ თბილისის რელიეფური და კლიმატური პირობების გათვალისწინებით, ჰაერის ბუნებრივი დამტვერიანების დონე 2013 წლის მონაცემებით შეადგენს 700 მკ.გ/მ^3. ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ ატმოსფერული ჰაერის დამაბინძურებელი, ხელოვნური წარმოშობის მტვრისმაგვარი მყარი ნაწილაკების რეკომენდებული დასაშვები ნორმებია: წვრილდისპერსიული მყარი ნაწილაკების ($PM_{2,5}$) საშუალო წლიური დონე - 10 მკ.გ/მ^3. მსხვილდისპერსიული მყარი ნაწილაკების PM_{10} საშუალო წლიური დონე - 20 მკ.გ/მ^3.

საჰაერო აუზის ზემოთ ჩამოთვლილ უამრავ დამბინძურებლებს შორის მოიხსენიება ტრანსპორტი. დამკვიდრებული აზრი, რომ თითქოს ტრანსპორტის გავრცელების მაშტაბებით, გაზრდილია ატმოსფეროს დაბინძურება, რომლის თანმხვედრი მოვლენებია დედამიწაზე გაზრდილი სხვადასხვა სახის კატაკლიზმები, მათ შორის ტემპერატურის საშუალო წლიური ნაზრდი. ტრანსპორტის ძირითად ენერგეტიკულ წყაროს წარმოადგენს ორგანულ ნავთობპროდქტებზე მომუშავე შიგაწვის ძრავები. ძრავაში ნავთობპროდუქტების წვის შედეგად გამოიყოფა, როგორც ძირითადი წვის პროდუქტები ნახშირორჟანგისა და წყლის სახით, ასევე მცირე დოზით ნორმირებული ტოქსიკური ნივთიერებები: ნახშირჟანგი, აზოტის ჟანგეულები, გოგირდწყალბადები, ტყვია და ნახშირწყალბადები. მიუხედავად ამისა ტრანსპორტი არ შეიძლება ჩაითვალოს როგორც გარემოს ერთ-ერთი ძირითადი დამბინძურებელი, ვინაიდან მისი წილი გარემოს საერთო დამბინძურებლებს შორის გაცილებით მცირეა. მაგალითად თბილისში, კომუნალურ მომსახურებაზე მოხმარებული ბუნებრივი

აირის წილი, რომ არაფერი ვთქვათ თბოსადგურებზე სადაც ელექტრო ენერგიის გამომუშავებაზე ბუნებრივი აირი გამოიყენება, ავტოტრანსპორტში გამოყენებული თხევადი საწვავის 1/5-ს შეადგენს, რომლის წვის შედეგად გამოიყოფილი წვის პროდუქტები იდენტურია თხევადი საწვავის წვის შედეგად მიღებული ნივთიერებებისა. საქართველოს ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კომისიის 2018 წლის საქმიანობის ანგარიშის მიხედვით, ბუნებრივი აირის (მეთანის) მოხმარებამ საქართველოში 2018 წელს შეადგინა 2,286 მლრდ.მ^3, საიდანაც შპს „ყაზტრანსგაზ-თბილის“-მა ქალაქ თბილისში გაანაწილა 572 მლნ.მ^3 ბუნერივი აირი. 1 მ^3 მეთანის სრული წვისთვის საჭიროა 9,52 მ^3 ჰაერი, 572 მლნ.მ^3 მეთანის სრული წვისთვის საჭიროა 5,445,440.000 მ^3 ჰაერი, რაც შიგაწვის ძრავების მიერ ნავთობური წარმოშობის საწვავების წვისთვის დახარჯული ჰაერის მოცულობის მეხუთედია და შესაბამისად მეთანის წვის შედეგად ატმოსფეროში გამოყოფილი მავნე ნივთიერებები, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, არანაკლებ ზიანს აყენებს გარემოს.

წინა საუკუნის დასაწყისში ქალაქ ნიუ-იორკში, რომლის მოსახლეობაც იმ დროისათვის რამოდენიმე მილიონს შეადგენდა, სახალხო მეურნეობის მთელ სფეროს ავტომობილის ნაცვლად ემსახურებოდა ორ და ოთხთვალა საშუალებები, რომლების გამწევ ცოცხლ ძალას წარმოადგენდა ცხენი. აღნიშნული სატრანპორტო საშუალებები მუშაობდნენ და ასრულებდნენ დღევანდელი ავტომობილების ყველა ფუნქციას. იმ დროისათვის უდიდეს პრობლემას წარმოადგენდა როგორც ცოცხალი გამწევი ძალის საკვებით მომარაგება, ასევე მათ მიერ შარდითა და ნაკელით დაბინძურებული ქუჩების დასუფთავება. ქალაქში პირველად გამოჩენილი ავტომობილებით აღფრთოვანებულმა მერმა შვებით ამოისუნთქა და თქვა - „ახლა კი გადავრჩით“. მანქანის გამოჩენამ სტიმული მისცა ახალი დიდი ქალაქების მშენებლობას, პრაქტიკულად დაიწყო ახალი - საავტომობილო ერა. ამჟამად ავტომობილი, გავრცელების მასშტაბებიდან გამომდინარე, ითვლება გარემოს ერთ-ერთ ძირითად დამბინძურებლად.

ავტომობილებში გამოყენებული შიგაწვის ძრავას მუშა პროცესიდან გამომდინარე ავტომობილი შეიძლება განვიხილოთ როგორც არა მხოლოდ გარემოს დამბინძურებელი, არამედ როგორც დამსუფთავებელი, რაც გამოიხატება ძრავას მიერ ატმოსფერული ჰაერის მოხმარებისას მის გაფილტვრაში და გაფილტვრის შედეგად მიღებული მტვრისა და მასში არსებული ნაწილაკების დაგროვებაში.

ჯერ კიდევ წინა საუკუნის ბოლოს არსებობდა დიდ ქალაქებში დაბინძურებული ჰაერის გაწმენდის პროექტები, რომლებიც ითვალისწინებდნენ ქალაქში ჰაერის შეწოვა-გაფილტვრას, რაც მოითხოვს გარკვეული სახის დანადგარებს და სათნადო ენერგიას.

ამრიგად ჰაერის დაბინძურების ბუნებრივი წყაროებიდან გარემოში გამოყოფილი ტექნოგენური მტვრის და ხელოვნური წარმოშობის მტვრისმაგვარი ნაწილაკებისაგან ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებასთან შეიძლება დავაკავშიროთ ავტომობილი საბურავებისა და სამუხრუჭე ხუნდების ცვეთის შედეგად გამოყოფილი ნაწილაკები ატმოსფეროში გაფრქვევის გამო. რაც შეეხება ავტომობილებში გამოყენებულ შიგაწვის ძრავებს, რომლებშიც საწვავად გამოყენებულია ნავთობპროდუქტები, წვის შედეგად გამოყოფენ CO; CO_2; CH; H_2O; NO_x ნივთიერებებს, ხოლო წყალბადის წვის დროს გამოიყოფა H_2O და NO_x. ამ ნივთიერებებიდან CO; CH; NO_x ტოქსიკური ნივთიერებებია. მათზე არსებობს გარკვეული ნორმე-

ბი, რაც ყოველწლიურად ავტომობილის ტექნიკური დათვალიერების დროს მოწმდება. შემოწმება ტარდება ძრავას მუშაობის უქმი სვლისა და ნაწილობრივი დატვირთვის რეჟიმებზე. ძრავას დაბალ და უქმი სვლის რეჟიმებზე მუშაობა ხასიათდება მომატებული ტოქსიკურობით, რაც დიდი ქალაქების დამახასიათებელი ნიშანია ქუჩებში წარმოქმნილი საცობებისა და მომეტებული შუქნიშნების გამო.

ჩატარებული მარტივი გაანგარიშებით თბილისში ყოველდღიურად მოძრავი 570 000 ავტომობილის მიერ წლიურად მოხმარებული საწვავის წვისთვის საჭირო ჰაერის ჯამური მოცულობა შეადგენს 27,988,895,200 მ³-ს, ჰაერის მოცემულ მოცულობაში მტვრის მასა იქნება 27,988,895,200 მ³ × 730 მკ.გრ/მ³ = 20 432 კგ.

თბილისის ფართობი დღეის მდგომარეობით არის 720 კმ², აქედან გამომდინარე ქალაქში მოძრავი ავტომობილების შიგაწვის ძრავების მიერ წლის განმავლობაში მოხმარებული ჰაერის მოცულობის გაყოფით ქალაქის ფართობზე მივიღებთ ატმოსფერული ჰაერის ფენას სისქით 0,39 მ, რომელიც გადის შიგაწვის ძრავების კვების სისტემის ფილტრებში 20,432 კგ. მტვერთან და მყარ ნაწილაკებთან ერთად. ამ ნაწილაკების ჰაერიდან გამოყოფა--დალექვა ხდება როგორც ჰაერის მფილტრავ ელემენტებზე, ასევე მათი წვით ძრავაში. გარდა ამისა ძრავას გააჩნია აუთვისებელი სიმძლავრე, ძრავას სიმძლავრის 25-27 % გამონაბოლქვი აირების სახით, რომლის ენერგია, ძრავას ეკონომიურ-ეკოლოგიური პარამეტრების შენარჩუნებით, დამატებით შეიძლება გამოყენებული იქნას ატმოსფერული ჰაერის გასაფილტრად. ნამუშევარი აირების გამომშვებ მილსადენზე სპეციალური ეჟექტორების მოწყობითა და მათ მიერ წატაცებული გარემომცველი ჰაერის დამატებით ფილტრებში გატარებით შესაძლებელია აღნიშნული აუთვისებელი სიმძლავრის ეფექტურად გამოყენება საერთო ეკოლოგიური სიტუაციის გაუმჯობესების თვალსაზრისით. ასევე მეტად აქტუალურია საზოგადოებრივი ტრანსპორტის ალერგიული და ვირუსული ბაქტერიებით დაბინძურების პრევენცია, რაც შეიძლება განხორციელდეს სალონში არსებული ჰაერის მასის ძრავაში იძულებითი მიწოდების საშუალებით.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. "Качество атмосферного воздуха и здоровье" Всемирная организация здровохранения 2 мая 2018г.
2. Источники и состав загрязнения атмосферного воздуха. Copyrights (c) 2014-2019 ecology-education.ru
3. „საქართველოს ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება და NO/CO-ს ერთობლივი კონვერსიით გაწმენდის შესაძლებლობა მოდიფიცირებული ბუნებრივი ცეოლითების მონაწილეობით“ დისერტაცია დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად გიორგი მაისურაძე, თბილისი, 2015წ.
4. “თბილისში ჰაერის მდგომარეობის შესახებ“ საქართველოს პარლამენტის გარემოს დაცვისა და ბუნებრივი რესურსების კომიტეტის თემატური მოკვლევის ანგარიში (თემატური მოკვლევა # ECI-19/01 2019წ.)
5. Пыль в воздухе, измерение запыленности www.academlab.ru
6. საქართველოს ენერგეტიკისა და წყალმომარაგების მარეგულირებელი ეროვნული კო-

მისიის 2018 წლის საქმიანობის ანგარიში. ქ.თბილისი 2019წ.
7. Determination of atmospheric air pollution in the Tbilisi agglomeration using moss bioindicators, N Berdzenishvili, ʔyɻᵚ̈fŋʰ, 52

Partial purification of atmospheric air by internal combustion engines from man-made dust and dust-like particles of artificial origin emitted into the environment from natural sources of air pollution.

Roman Kenkishvili

Summary

It is known that transport with internal combustion engines running on fossil fuels, due to the scale of its distribution, is one of the environmental polluters. Given the operating characteristics of an internal combustion engine, such transport, after appropriate measures have been taken, can in the future be considered not only as an environmental polluter, but also as a cleaner. In particular, a certain portion of atmospheric air, together with dust and solid particles, passes through the filters of the fuel system of the internal combustion engine, and most of these particles are separated and deposited from the air on the filter elements, while some are burned in the engine. In addition, since the internal combustion engine has unused power in the form of exhaust gases, which makes up 25-27% of the total power, with the help of certain engineering solutions it is possible to use this power to clean the air from particulate matter, which involves the installation of ejector units and additional filters on the exhaust system. In addition, forced air supply from the passenger compartment of public transport to the engine compartment will help prevent contamination by allergens and viral bacteria.

წესრიგი, ქაოსი, თვითორგანიზაცია და სინერგეტიკა

***თ. ადეიშვილი, **თ. ჟვიტიაშვილი, **ხ. დავარაშვილი, ***ო. კვარაცხელია, ****ი. მინაშვილი**

*საქართველოს ეკოლოგიურ მეცნიერებათა აკადემია
**აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
***აკად. ე. ხარაძის სახელობის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია
****ბირთვული კვლევების ევროპული ორგანიზაცია, ჟენევა.

აბსტრაქტი. *თერმოდინამიკის კანონების დასაბუთება და მათი კავშირი ცალკეული ნაწილაკების მოძრაობის კანონებთან მოცემულია სტატისტიკურ ფიზიკაში. სამწუხაროდ შექცევად პროცესთა სტატისტიკური თეორია არ შეიცავს საკუთრივ შეუქცევადობის ფიზიკას, რომელიც დაკავშირებულია მექანიკური ენერგიის არამექანიკურში გარდაქმნასთან. შეუქცევადობის პრობლემა მიმზიდველია სამეცნიერო კუთხით, რამდენადაც ჩვენ ვიცით მეცნიერების ორი დარგი, რომლებშიც მიუღებელია **ნიუტონისა** და **ჰამილტონის** მექანიკა: ეს არის დიდი სიჩქარეების არე, სადაც მოქმედებს ფარდობითობის თეორია და მიკროსამყაროს არე, რომელშიც ფუნქციონირებს კვანტური მექანიკა. სწორედ ამ საკითხებს ეძღვნება მოცემული ნაშრომი.*

პირველად შეუქცევადობის პრობლემაზე ნახსენებია **ჯ. მაქსველის** წერილში, რომელიც დათარიღებლია 1987 წლის 11 დეკემბრით და მიწერილია მისი კოლეგა **პ. ტეტურისადმი**, ე.ი. როცა თერმოდინამიკის II სააწყისი უკვე იყო ცნობილი. წარმოდგენით ექსპერიმენტში მოლეკულების სიჩქარეების მიხედვით განცალების შესახებ ის წერდა: „ეს მიკ-