

დავით გვენცაძე, ელგუჯა ქუთელია, ლია გვენცაძე, ოლღა ნურნუშია,  
თეიმურაზ ძიგრაშვილი  
ავტომობილების სამუხრუჭე ხუნდები და ეკოლოგია  
სტრუქტურული კვლევების რესპუბლიკური ცენტრი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქ.თბილისი, საქართველო

*DAVID GVENTSADZE, ELGUJA KUTELIA, LIA GVENTSADZE,  
OLGA TSURTSUMIA, TEIMURAZ DZIGRASHVILI*  
**CAR BRAKE PADS AND ECOLOGY**

Republic Center for Structural Studies; Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia

### SUMMARY

The work shows that one of the most polluting sources of atmospheric air is the brake pads of modern cars and similar vehicles, which, when worn, emit dispersed and ultrafine particles in the air, classified as PM10 and PM2.5; it has now been proven that they cause many diseases in humans. Georgian scientists have developed a new generation of environmentally friendly, wear-resistant friction materials for brake pads and their properties have been studied together with Swedish scientists. Comparison of the developed, non-metallic (LM) and non-asbestos (NAO) with those friction materials that are common in European and USA markets, showed the superiority of our developed materials. During their wear process, much less wear particles are produced in the air and less number of elements are observed in the wear products / <6 / compared to foreign analogues / > 7-10 /.

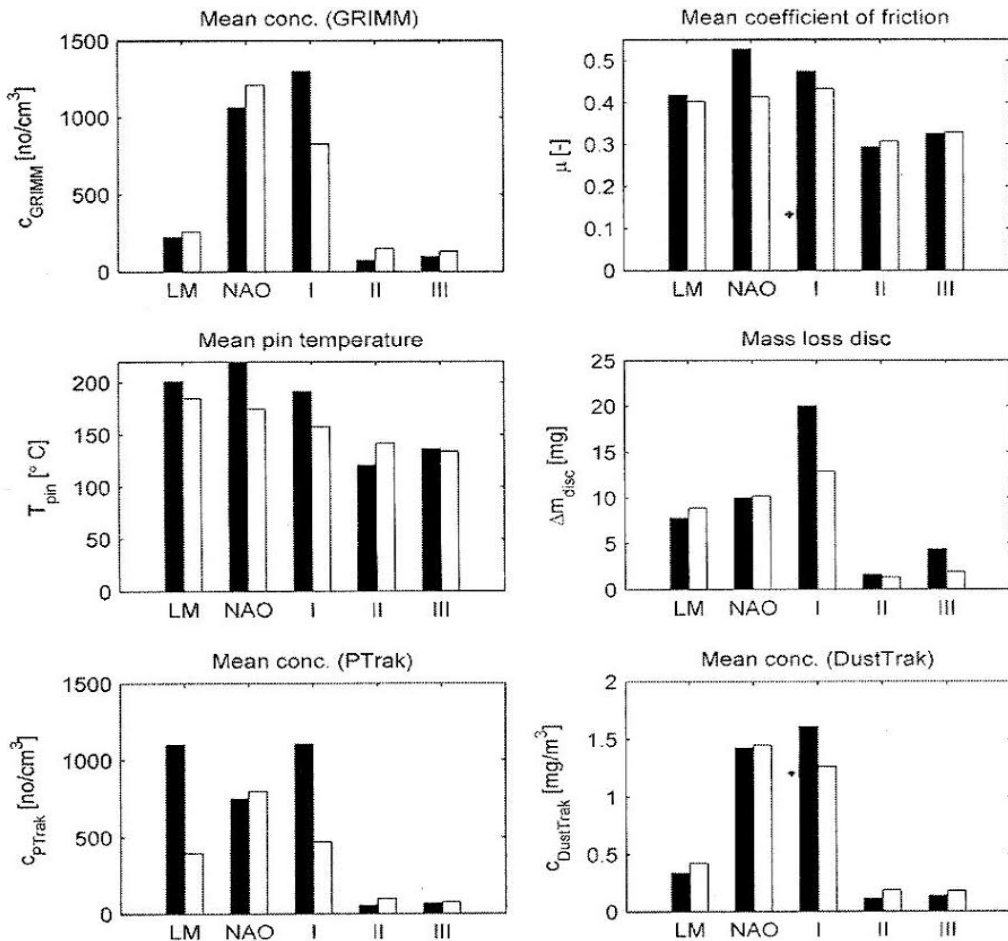
**Key words:** brake pads, wear particles, air pollution.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მონაცემების მიხედვით, ჰაერის დაბინძურება ადამიანის ჯანმრთელობისათვის ერთ-ერთი უმთავრესი საფრთხეა. ეს პრობლემა მსოფლიოში ყოველწლიურად დაახლოებით ორი მილიონი ადამიანის ნაადრევი სიკვდილის მიზეზი ხდება.

ატმოსფერული ჰაერის ერთ-ერთ დამაბინძურებელ წყაროს წარმოადგენს თანამედროვე ავტომობილების და მსგავსი სატრანსპორტო საშუალებების სამუხრუჭე ხუნდები, რომელთა ცვეთის ნაწილაკები შეადგენს აეროზოლური ნაწილაკების ერთ-ერთ მთავარ ანთროპოგენურ წყაროს ურბანულ გარემოში, რის გამოც მოსახლეობა იმყოფება ჯანმრთელობისათვის მალალი რისკის პირობებში და რაც შესაძლოა გამოვლინდეს სხვადასხვა დაავადებების სახით. მხოლოდ მტვრის ნაწილაკების მუდმივი ზემოქმედება გულ-სისხლძარღვთა და რესპირატორული დაავადებების, ასევე ფილტვის კიბოს განვითარების რისკს აძლიერებს.

ცვეთის აეროზოლურმა მცირე ზომის ნაწილაკებმა შესაძლოა ასევე მოახდინონ უარყოფითი გავლენა კლიმატის ცვლილებაზე და ეკოსისტემებზე. ამიტომ ევროკავშირი დიდ ყურადღებას აქცევს აეროზოლური ნაწილაკების დესტრუქციულ ზემოქმედებას ადამიანის ჯანმრთელობაზე. ეს აისახა ევროკავშირის დირექტივებში ურბანული გარემოს ჰაერში ნაწილაკთა კონცენტრაციის შესახებ (European Environment Agency, “Air Quality in Europe – 2013 Report”/No 9/2013 ISSN 1725-9177). ჯანმრთელობის დაცვის თვალსაზრისით ბოლო ათწლეულში გაზრდილი ყურადღება ექცევა სატრანსპორტო საშუალებების სამუხრუჭე სისტემების ცვეთის აეროზოლური მცირე ნაწილაკების ემისიის მნიშვნელოვან (50%-ით) შემცირებას, კერძოდ დისპერსულ და ულტრა-დისპერსულ ნაწილაკებს, რომლებიც კლასიფიცირებულია როგორც PM10 და PM2.5 შესაბამისად. ცხადია ცვეთის პროდუქტის ამ აეროზოლური ნაწილაკების ზომები, ფორმები და

კომპოზიცია პირველ რიგში დამოკიდებულია სამუხრუჭე ხუნდის ზესადების მასალისა და დისკოს შემადგენლობაზე და მათ ფიზიკურ-მექანიკურ თვისებებზე. ასევე დიდ გავლენას ახდენს დამუხრუჭების პროცესში ხახუნის დროს რეალიზებული ცვეთის პირობები (ტემპერატურა, წნევა, სიჩქარე) და ცვეთის მექანიზმები. ყოველივე ამან განაპირობა შექმნილიყო უკეთესი ფრიქციული მასალა, ახალი თაობის საავტომობილო სამუხრუჭე სისტემებისათვის, საექსპლუატაციო პარამეტრების, გამძლეობის და ჰაერის დამაბინძურებელი ემისიის შემცირების გათვალისწინებით, რაც მიმართული იქნებოდა ზემოთხსენებული პრობლემების გადასაჭრელად.



**სურათი:** არსებული LM, NAO და სამი ახალი ნანო-ფოროვანი კომპოზიციური მასალის (I, II, III) pin-on-disc სიმულირების მეთოდით მიღებული ტესტირების შედეგები: ცვეთის ნაწილაკების კონცენტრაცია გაზომილი GRIMM ( $c_{GRIMM}$ ), PTrak ( $c_{PTrak}$ ) და DustTrak ( $c_{DustTrak}$ ) დანადგარებზე, ხახუნის კოეფიციენტი ( $\mu$ ), მასალის ნიმუშის ტემპერატურა ( $T_{pin}$ ) და სამუხრუჭე დისკოს მასის დანაკარგი ( $\Delta m_{disc}$ ).

ჩვენს მიერ, შვედ მეცნიერებთან ერთად, ბოლო ათწლეულში შესრულებული სამეცნიერო კვლევების შედეგად შექმნილია (ნოუ ჰაუ) ადგილობრივი ნედლეულის ბაზაზე ნანო-ფოროვანი ახალი კომპოზიციური მასალები (კოდირებული სახელებით I, II და III) საავტომობილო სამუხრუჭე ხუნდების ზესადებისათვის [1-4]. პირველად იქნა ნაჩვენები, რომ დასახელებული სამი კომპოზიციიდან ორი (II და III) ხახუნისას წარმოქმნის გაცილებით მცირე რაოდენობის ცვეთის აეროზოლურ ნაწილაკებს, ვიდრე არსებული ანალოგიური დანიშნულების მასალები. კერძოდ, ახალი ნანო-ფოროვანი მასალები ხახუნის დროს წარმოქმნიან ~3-ჯერ ნაკლები რაოდენობის მცირე ნაწილაკებს, ვიდრე ევროკავშირის ბაზარზე არსებული დაბალ-ლითონური (LM) ხუნდების ზესადები მასალები, და ~7-ჯერ ნაკლებს, ვიდრე ამერიკის ბაზარზე გამოყენებული უაბზესტო ორგანული (NAO)

ხუნდების ზესადები მასალები. აღსანიშნავია, რომ მსოფლიო ბაზარზე არსებული სამუხრუჭე ხუნდების ზესადები შედგებიან 10÷30 კომპონენტისაგან, ხოლო ჩვენს მიერ შემუშავებული ზესადების სამივე ნანო-ფოროვანი კომპოზიციური მასალა შედგება მხოლოდ 5-6 კომპონენტისაგან. მნიშვნელოვანია ისიც, რომ pin-on-disc სიმულირების მეთოდით გამოძიებული, სამუხრუჭე სისტემის სამი მთავარი ტრიბოტექნიკური პარამეტრის (სამუხრუჭე დისკოს ცვეთის ინტენსივობა, ხახუნის კოეფიციენტის სტაბილურობა და ხახუნის წყვილის ტემპერატურა) მიხედვითაც, ახალ ნანო-ფოროვან კომპოზიციურ მასალებს გააჩნიათ უპირატესი მაჩვენებლები არსებულ LM და NAO სამუხრუჭე ხუნდების ზესადებ მასალასთან შედარებით. რაც დადასტურებულია ქვემოთ დიაგრამებზე მოყვანილი pin-on-disc ტიპის ტრიბომეტრზე ტესტირების მეთოდით მიღებული შედეგებით.

სავარაუდოდ აღნიშნული ინოვაციის პრაქტიკაში დანერგვით ვთვლით, რომ პასუხობს განსაკუთრებულ გამოწვევას - ურბანულ არეალში, ~50%-ით იქნას შემცირებული ჰაერის დაბინძურება სავტომობილო სამუხრუჭე სისტემების მიერ ემისირებული PM10 და PM2.5 კლასის ცვეთის ნაწილაკების შემცირების ხარჯზე, როგორც ამას ითხოვს ევროკომისია. ინოვაციის ეკონომიურობა და სიცოცხლის-უნარიანობა მდგომარეობს სამუხრუჭე ხუნდების ზესადების კომპოზიციური, ნანო-ფოროვანი, ფრიქციული მასალის მიღების სიმარტივეში. რაც განსაკუთრებით დიდად გააუმჯობესებდა ქალაქ თბილისის მძიმე ეკოლოგიურ მდგომარეობას, სადაც ყოველდღიურად ექსპლუატაციაში იმყოფება მილიონზე მეტი ავტომობილი.

#### **გამოყენებული ლიტერატურა:**

1. Kutelia E.R., Gventsadze D.I., Eristavi B.G., Maisuradze N.I., Tsurtsunia O.O., Gventsadze L.D., Olofsson U., Wahlstrom J., Olander L. The Tribological Efficiency and the Mechanism of Action of Nano-Porous Composition Base Brake Lining Materials. International Congress on Advances in Applied Physics and Materials Science. AIP Conf. Proc. 2011, 1400, 546-554.
2. Wahlstrom J., Gventsadze D., Olander L., Kutelia E., Gventsadze L., Tsurtsunia O., Olofsson U.: A pin-on-disc investigation of novel Nano porous composite-based and conventional brake pad materials focusing on airborne wear particles. Tribology International, 2011, 44, 1838-43.
3. Gventsadze L.D., Kutelia E.R., Gventsadze D.I. The impact of porous structure on the tribological properties of frictional polymer composites. Georgian Engineering News, 2013, №4, p. 63-67.
4. გვენცაძე ლია, ქუთელია ელგუჯა, გვენცაძე დავითი - პატენტი სასარგებლო მოდელზე GE U 2014 1824Y - „ფრიქციული ზესადების კომპოზიციური მასალა“

*ДАВИД ГВЕНЦАДЗЕ, ЭЛГУДЖА КУТЕЛИЯ, ЛИЯ ГВЕНЦАДЗЕ, ОЛЬГА ЦУРЦУМИЯ,  
ТЭУМУРАЗ ДЗИГРАШВИЛИ*

#### **АВТОМОБИЛЬНЫЕ ТОРМОЗНЫЕ КОЛОДКИ И ЭКОЛОГИЯ**

Республиканский центр структурных исследований  
Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия

#### **РЕЗЮМЕ**

В работе показано, что одним из наиболее загрязняющих источников атмосферного воздуха являются тормозные колодки современных автомобилей и аналогичных транспортных средств, которые при износе выбрасывают в воздухе дисперсных и ультрадисперсных частиц, классифицируемые как PM10 и PM2.5. В настоящее время доказано, что они вызывают множество заболеваний у людей. Грузинские

учёные разработали и вместе со шведскими учеными исследовали новое поколение экологически чистых фрикционных материалов для тормозных колодок. Сравнение разработанных, неметаллических (LM) и безасбестовых (NAO) фрикционных материалов, распространённых на рынке Европы и США, показало превосходство разработанных материалов. При их износе в воздухе образуется значительно меньше частиц износа, а количество элементов в продуктах износа зафиксировано меньшее количество / <6 / по сравнению с зарубежными аналогами / > 7-10 /.

*დავით გვენცაძე, ელგუჯა ქუთელია, ლია გვენცაძე, ოლღა ნურნუშია,  
თეიმურაზ ძივრაშვილი*

**ავტომობილების სამუხრუჭე ხუნდები და ეკოლოგია**  
სტრუქტურული კვლევების რესპუბლიკური ცენტრი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქ.თბილისი, საქართველო

### **რეზიუმე**

ნაშრომში ნაჩვენებია, რომ ატმოსფერული ჰაერის ერთ-ერთ დამაბინძურებელ წყაროს წარმოადგენს თანამედროვე ავტომობილების და მსგავსი სატრანსპორტო საშუალებების სამუხრუჭე ხუნდები, რომლებიც ცვეთისას ჰაერში გამოყოფენ ცვეთის დისპერსულ და ულტრა-დისპერსულ ნაწილაკებს, კლასიფიცირებულს, როგორც PM10 და PM2.5 სახით და დღეისათვის დამტკიცებულია, რომ ადამიანებში იწვევენ სხვადასხვა სახის დაავადებებს. ქართველი მეცნიერების მიერ შემუშავებულია ახალი თაობის ცვეთამედეგი, ეკოლოგიურად სუფთა, სამუხრუჭე ხუნდების ფრიქციული მასალები და მათი თვისებები შესწავლილია შვედ მეცნიერებთან ერთად. შემუშავებული, ევროპული და აშშ ბაზარზე გავრცელებული არალითონური (LM) და უაზბესტო ორგანული (NAO) ფრიქციული მასალების გამოცდების შედარებამ აჩვენა შემუშავებული მასალების უპირატესობა. მათი ცვეთისას ჰაერში წარმოიქმნება გაცილებით ნაკლები ცვეთის ნაწილაკები და ცვეთის პროდუქტებში ფიქსირდება ელემენტების ნაკლები რაოდენობა /<6/ უცხოურ ანალოგებთან შედარებით />7-10/.

