

CHEVROLET DAMAS AVTOMOBILINING AERODINAMIK KUCH QARSHILIKLARI TADQIQI

Maxamatov Jasur Maxsud o'g'li

*Yer usti transport tizimlari kafedrası talabasi Toshkent davlat texnika universiteti
O'zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri*

Shodiyev Javoxir G'ayratovich

*Yer usti transport tizimlari kafedrası katta o'qituvchisi Toshkent davlat texnika uni
versiteti O'zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri.*

Annotatsiya: *Chevrolet damas avtomobilining harakati davomida unga ta'sir etadigan aerodinamik kuchlarni tadqiq etish, shu bilan birga avtomobilning ravon harakatini muvozanat holatda saqlash va avtomobilning kuzovi tomon yo'nalayotgan qarshilik kuchlarini hisoblash. Avtomobil tezligini minimaldan maksimalgacha bo'lgan qiymatlarda aerodinamik qarshilik kuchini hisoblab, olingan qiymatlardan qarshilik kuchini yengishga dvigateldan sarf bo'luvchi quvvatni aniqlash. Shamol qarshiligi hisobga olinmagan holatda aerodinamik qarshilik kuchi va qarshilikni yengishga sarf bo'luvchi quvvat grafigini keltirish.*

Kalit so'zlar: *Aerodinamik qarshilik kuchlar, aerodinamik qarshilik koeffitsiyenti, tashqi qarshiliklar, havo oqimi, statik bosim, quvvat, yonilg'i sarfi.*

Abstract: *To study the aerodynamic forces acting on the Chevrolet Damas car during its movement, while maintaining the smooth motion of the car in a state of equilibrium and calculating the resistance forces directed towards the body of the car. Calculate the aerodynamic resistance force in the values from the minimum to the maximum speed of the car, and determine the power consumed by the engine to overcome the resistance force from the obtained values. Bringing the graph of aerodynamic drag force and the power expended to overcome the resistance in the case where wind resistance is not taken into account.*

Key words: *Aerodynamic drag forces, aerodynamic drag coefficient, external resistances, air flow, static pressure, power, fuel consumption.*

Chevrolet damas avtomobilining ko'zga ko'rinar kamchiligi uning aerodinamik qarshiliklarga boshqa tipdagi avtomobillarga qaraganda ko'proq uchrashi, uning old qismi boshqa avtomobillarga nisbatan tik yo'nalganligi uning asosiy kamchiliklaridan biri hisoblanadi. Ma'lumki avtomobil aerodinamik qarshilikga uchraganda dvigateldan yuqori quvvat talab qilinadi, bu esa o'z navbatida yonilg'i sarfini oshishiga olib keladi.

Avtomobil harakati mobaynida ilgariylanma yo'nalishi tomon unga qarshilik kuchlari ta'sir etadi. Qarshilik kuchlari avtomobilning old qismi tomon yo'naladi va dvigatelga yuqori yuklanishlar tusha boshlashi bilan yonilg'i sarfi ortadi va ishchi mexanizmlar, detallarni zo'riqishiga sabab bo'ladi. Avtomobil 38 kVt (52 o.k) quvvatga

ega bo'lib, tirsakli valning maksimal aylanishlar soni 5000 ayl/min, 72 Nm burovchi momentga ega [1].



1-rasm. Chevrolet damas avtomobili.

Quyidagi formula orqali avtomobilning aerodinamik tortishish kuchi yig'indisini topish mumkin:

$$F_{ad} = 0.5 \cdot C_d \cdot A \cdot P_{havo} \cdot (V - V_{shamol})^2 \quad (1)$$

F_{ad} [N] - Aerodinamik qarshilik kuchi,

C_d [-] - aerodinamik qarshilik koeffitsiyenti,

A [m²] - avtomobilning maksimal old yuzasi,

P_{havo} [kg/m³] - havo bosimi (1,202 kg/m³, 20 °C da 101,325 kPa)

V [m/s] - avtomobil tezligi,

V_{shamol} [m/s] - shamol tezligi.

Aerodinamik kuchlar shamol qarshiligi inobatga olinmagan muhitda

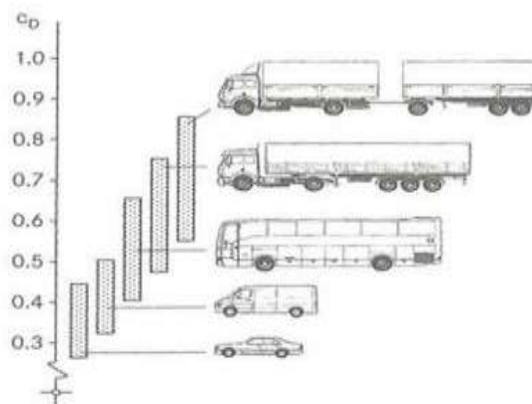
Avtomobilga ta'sir etuvchi kuchlar formulasini tuzishda shamol qarshiligi bo'lmagan muhitdagi holati olinadi:

$$F_d = \frac{1}{2} \cdot C_d \cdot A \cdot P_{havo} \cdot V^2 \quad (2)$$

Yuqorida keltirilgan formuladan aerodinamik qarshilik kuchi tezlik kvadrati bilan ortib borishini ko'rish mumkin.

Make and Model	Profile	C_d
1932 Fiat Balillo		0.60
Volkswagen "Bug"		0.46
Volkswagen Van		0.42
Volkswagen Scirocco		0.39
Mercury Topaz		0.36
Toyota Celica		0.34
Chevrolet Corvette		0.34
Dodge Daytona Turbo		0.34
Citroën		0.31

2-rasm.



3-rasm.

2,3-rasm. Yengil va barcha turdagi avtomobillar uchun aerodinamik qarshilik koeffitsiyenti.

Chevrolet damas avtomobilining aerodinamik qarshilik koeffitsiyentini ishlab chiqaruvchi korxonadan berilmaganligi tufayli yuqorida keltirilgan jadvalga tayyangan holda olinadi. Damas avtomobilining tashqi dizayni 2-rasmdagi (Volkswagen Scirocco) ga o'xshash bo'lganligi sababli ushbu turdagi avtomobilning qarshilik koeffitsiyentiga yaqin olinadi.

Chevrolet damas avtomobilining aerodinamik qarshilik koeffitsiyenti C_d taxminan (0,40 ... 0,45) oralig'ida bo'ladi.

$$F_d = \frac{1}{2} \cdot 0.43 \cdot A \cdot P_{havo} \cdot V^2 \quad (3)$$

Avtomobilning oldi qismi tomonidan ta'sir etayotgan kuchlar va maksimal old kesishgan qismlari hisobi A [m^2].

$$A = 0.85 \cdot B \cdot C \quad (4)$$

B = avtomobil kengligi, C = avtomobil balandligi.

Chevrolet damas avtomobilining gabarit o'lchamlari: Uzunligi 3,845 mm, kengligi 1,400 mm, balandligi 1920 mm.

$$A = 0.85 \cdot 1,400 \cdot 1920 = 2.285 \quad (5)$$

Avtomobil old kesishgan qismlarining o'lchami 2.285 m^2 ni tashkil etadi.

Avtomobilni maksimal tezligi 105 km/soat ni tashkil etib, 0 dan 100 km/soat tezlikga 41 soniyada erishadi. Tezliklarni km/soat dan m/s ga o'tkazib olinadi:

$$V_1 = V_{av}/3.6 \quad [m/s], \quad V_{av} - \text{avtomobil tezligi}, \quad (7)$$

$$V_1 = 10/3.6 = 2.77 \text{ m/s}, \quad V_2 = 20/3.6 = 5.55 \text{ m/s}, \quad V_3 = 30/3.6 = 8.33 \text{ m/s}$$

$$V_4 = 40/3.6 = 11.11 \text{ m/s}, \quad V_5 = 50/3.6 = 13.88 \text{ m/s}, \quad V_6 = 60/3.6 = 16.66 \text{ m/s},$$

$$V_7 = 70/3.6 = 19.44 \text{ m/s}, \quad V_8 = 80/3.6 = 22.22 \text{ m/s}, \quad V_9 = 90/3.6 = 25 \text{ m/s},$$

$$V_{10} = 100/3.6 = 27.77 \text{ m/s}, \quad V_{max} = 105/3.6 = 29.16 \text{ m/s},$$

Tartib	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
V, m/s	2.77	5.55	8.33	11.11	13.88	16.66	19.44	22.22	25	27.77	29.16

1-jadval. Avtomobilning tezliklar qiymati.

Yuqorida berilgan qiymatlardan foydalangan holda avtomobilning aerodinamik tortishish kuchi aniqlanadi: $F_d = 0.5 \cdot C_d \cdot A \cdot P_{havo} \cdot V^2 \quad (8)$

$$F_{d1} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 2.77^2 = 4.53 \text{ N},$$

$$F_{d2} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 5.55^2 = 18.18 \text{ N},$$

$$F_{d3} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 8.33^2 = 40.97 \text{ N},$$

$$F_{d4} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 11.11^2 = 72.88 \text{ N},$$

$$F_{d5} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 13.88^2 = 113.76 \text{ N},$$

$$F_{d6} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 16.66^2 = 163.90 \text{ N},$$

$$F_{d7} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 19.44^2 = 223.16 \text{ N},$$

$$F_{d8} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 22.22^2 = 291.55 \text{ N},$$

$$F_{d9} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 25^2 = 369.07 \text{ N},$$

$$F_{d10} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 27.77^2 = 455.38 \text{ N},$$

$$F_{dmax} = 0.5 \cdot 0.43 \cdot 2.285 \cdot 1.202 \cdot 29.16^2 = 502.11 \text{ N},$$

Tartib	1	2	3	4	5
$F_d, \text{ N}$	4.53	18.18	40.97	72.88	113.76

6	7	8	9	10	11
163.90	223.16	291.55	369.07	455.38	502.11

2-jadval. Aerodinamik qarshilik kuchi qiymatlari.

Avtomobil maksimal tezlikga (105 km/soat) erishganda unga 502.11 N kuch bilan old tomondan aerodinamik kuchlar qarshilik ko'rsatiladi.

Avtomobilning aerodinamik tortishish kuchiga sarf bo'ladigan quvvati ushbu formuladan foydalangan holda aniqlanadi:

$$P_d = F_d \cdot V \quad [Vt] \quad (9)$$

$$P_{d1} = 4.53 \cdot 2.77 = 12.54 \text{ Vt} = 0.012 \text{ kVt},$$

$$P_{d2} = 18.18 \cdot 5.55 = 100.54 \text{ Vt} = 0.100 \text{ kVt},$$

$$P_{d3} = 40.97 \cdot 8.33 = 341.28 \text{ Vt} = 0.342 \text{ kVt},$$

$$P_{d4} = 72.88 \cdot 11.11 = 809.69 \text{ Vt} = 0.809 \text{ kVt},$$

$$P_{d5} = 113.76 \cdot 13.88 = 1578.98 \text{ Vt} = 1.579 \text{ kVt},$$

$$P_{d6} = 163.90 \cdot 16.66 = 2730.57 \text{ Vt} = 2.730 \text{ kVt},$$

$$P_{d7} = 223.16 \cdot 19.44 = 4338.23 \text{ Vt} = 4.338 \text{ kVt},$$

$$P_{d8} = 291.55 \cdot 22.22 = 6478.24 \text{ Vt} = 6.478 \text{ kVt},$$

$$P_{d9} = 369.07 \cdot 25 = 9226.75 \text{ Vt} = 9.226 \text{ kVt},$$

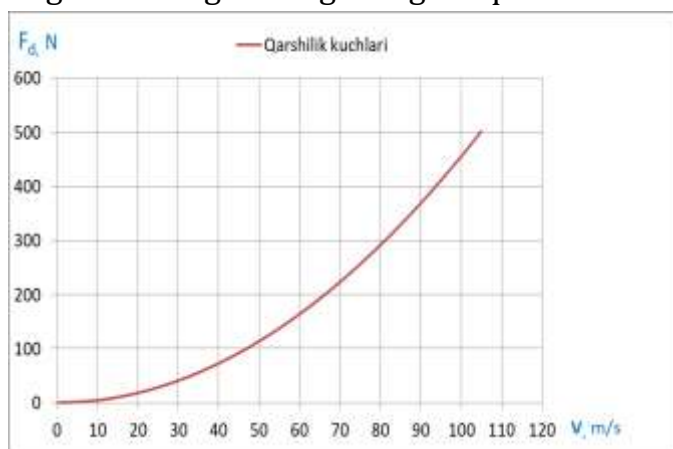
$$P_{d10} = 455.38 \cdot 27.77 = 12645.9 \text{ Vt} = 12.645 \text{ kVt},$$

$$P_{dmax} = 502.11 \cdot 29.16 = 14641 \text{ Vt} = 14.641 \text{ kVt},$$

Tartib	1	2	3	4	5
P_d , kVt	0.012	0.100	0.342	0.809	1.579
6	7	8	9	10	11
2.730	4.338	6.478	9.226	12.645	14.641

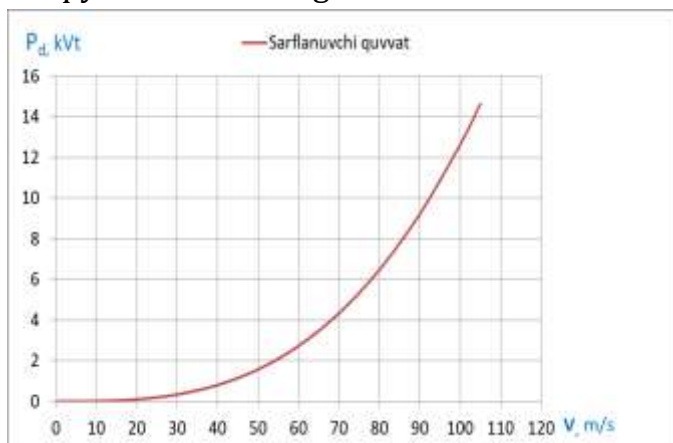
3-Jadval. Qarshilik kuchini yengishga sarf etiladigan quvvat.

Avtomobil maksimal tezlikga (105 km/soat) erishganda umumiy aerodinamik qarshiliklarini yengish uchun sarf bo'ladigan quvvat 14.641 kVt ni tashkil etadi. Avtomobining umumiy quvvati 38 kVt (52 o.k.) bo'lib, ichki yonuv dvigatelning 39 foiz quvvati tashqi qarshiliklarni yengish uchun sarf etiladi. Ushbu sarf miqdori shamol qarshiligini inobatga olmaganagi miqdori hisoblanadi.



1-grafig. Aerodinamik qarshilik kuchlari.

Yuqoridagi grafikda chevrolet damas avtomobilining minimum va maksimum tezliklarda harakatlanganda avtomobilga qarama-qarshi yo'naluvchi aerodinamik kuchlar qiymatlari keltirilgan.



2-график. Aerodinamik qarshilik kuchlarini yengish uchun sarflanadigan quvvat.

Yuqoridagi grafikda Chevrolet damas avtomobilining minimum va maksimum tezliklarda harakatlanganda aerodinamik qarshiliklarni yengish uchun sarflaydigan quvvat qiymatlari keltirilgan bo'lib, avtomobil tezligi bilan parallel ravishda ortib borayotganini ko'rish mumkin. Avtomobil aerodinamik qarshiligi bu ma'lum bir tezlikda harakatlanayotganda kuzovning old qismiga havo tomonidan ta'sir etayotgan ko'rinmas kuch hisoblanadi. Avtomobil ishlab chiqarish korxonalari doimiy ravishda aerodinamik qarshiliklarni minimal darajaga tushirishga harakat qilishadi, chunki bu avtomobilning ishlashi va samaradorligiga salbiy ta'sir qiladi [2,3].

Avtomobilga yo'nalayotgan havo oqimi ham xuddi suyuqlik oqimi kabi laminar va turbalent turga bo'linadi. Havo oqimining laminar yoki turbalent ekanligini bilish ayniqsa poyga avtomobillari muhandislari uchun juda muhim hisoblanadi. Chunki avtomobilga qarshilik ko'rsatayotgan oqim bu laminar oqim bo'lib, avtomobil bu oqimni yo'nalishini o'zgartirishi natijasida turbalent oqimga aylanadi.

Bernuli formulasidan kelib chiqadigan muhim xulosa shundan iboratki, avtomobilga qarshilik ko'rsatayotgan havo oqimlarini uning pastki qismidan oqib o'tishligini tezlashtirsak avtomobilga tushayotgan yuklanishlar kamayadi [4].

Magistral yo'lda 100 km/soat tezlikda harakatlanayotgan avtomobildagi aerodinamik qarshilikni kuzov, havo va yerning murakkab o'zaro ta'siri. Biroq, bularda va boshqa barcha holatlarda, tanadagi aerodinamik kuchlar va momentlar faqat ikkita asosiy manbaga bog'liq:

1. Kuzov yuzasida bosimning taqsimlanishi.
2. Kuzov yuzasida siljish kuchlanishining taqsimlanishi.

Kuzov shakli qanchalik murakkab bo'lmasin, aerodinamik kuchlar va momentlar yuqoridagi ikkita asosiy manbaga bog'liq. Avtomobilning yuzasiga ta'sir etayotgan kuchlarni yo'nalishini o'zgartirish kuzov tashqi dizayniga bog'liq bo'lib, buni amalga oshirish kuzov shaklini murakkablashishiga olib keladi [5].

Chevrolet damas avtomobilining yuqori tezlikda harakatlana olmasligining asosiy faktorlaridan biri aerodinamik qarshiliklarni haddan tashqari ko'pligi bo'lib,

dvigatelning tahminan 40 foizga yaqin quvvati tashqi qarshiliklarni yengishga sarf bo'ladi. Bundan tashqari avtomobilning ichki qarshiliklari ya'ni doimiy ishqalanish kuchi bilan harakat uzatuvchi qismlari hisobiga ham dvigatel quvvat yo'qotishlari ortadi. Buning oldini olish uchun avto sanoat korxonalarida avtomobillarning kuzov qismiga tushuvchi aerodinamik qarshilik koeffitsiyentini imkon qadar kamaytirishga harakat qilinadi. Tashqi qarshiliklarni kamaytirish bilan avtomobilni ravon harakatlanishini, keskin burulishlarda muvozanat holatini soqlashini, quvvat sarfini kamaytirish bilan bir qatorda avtomobilni tormozlashga urunayotgan qarshiliklarni kamaytirish mumkin. Hozirgi kunda zamonaviy avtomobillar dvigatelining ishchi quvvati ancha yuqori bo'lib, tashqi va ichki qarshiliklari normalashgan. Xulosa o'rnida shuni aytish joizki, avtomobilning havo qarshiligi kuchini kamaytirish bilan dvigatelga tushadigan ortiqcha yuklanishlarni oldini olish mumkin va shu bilan birga ortiqcha yonilg'i sarfini kamaytirishga erishiladi. Dvigatelni ishchi detallari umurboqiyli oshadi havo qarshiligida paydo bo'ladigan shovqinlar kamayadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. <https://www.car.info/en-se/chevrolet/damas/damas-08-s-tec-m5-2019-19330586>.
2. <https://x-engineer.org/aerodynamic-drag/>.
3. <https://www.nationwidevehiclecontracts.co.uk/blog/the-science-behind-car-design-how-aerodynamics-affects-performance#:~:text=It%20is%20the%20resistance%20offered,the%20vehicle's%20performance%20and%20efficiency>.
4. Poyga avtomobillari aerodinamikasi: Tezliklarni loyihalashtirish, Joseph Katz Ph.D. 1995 Joseph Katz. 273-bet.
5. Anderson John D., Jr. (John David), Aerodinamika asoslari / John D. Anderson Jr. New York, NY : McGraw-hill Education.