ISNN 3030-3907

2026
JUNE
ISSUE - 6
VOLUME - 9

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

IYUN 2026
Issue - 6, VOLUME – 9

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTON YUK AVTOMOBILLARI UCHUN AERODINAMIK DEFLEKTOR KONSTRUKSIYASINI CFD SIMULYATSIYA USULIDA OPTIMALLASHTIRISH

Biloldinov Xusanboy Zafar o‘g‘li
***Andijon davlat texnika instituti,* , stajyor-tadqiqotchi**
Andijon, O‘zbekiston
E-mail: xusanboy2755@gmail.com
Odilov Furqat Umarbekovich
Andijon davlat universiteti, , dotsent, t.f.f.d (PhD)
Andijon, O‘zbekiston

Annotatsiya: Ushbu maqolada O‘zbekiston sharoitida ekspluatatsiya qilinadigan yuk avtomobillari uchun aerodinamik deflektorning og‘ish burchagini CFD simulyatsiya usulida optimallashtirish masalasi ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot ANSYS Fluent 2023 dasturida Kamaz 5490 yuk avtomobilining to‘liq hajmli 3D modeli asosida k-epsilon RNG turbulentlik modeli yordamida o‘tkazildi. Deflektorning 10°, 15°, 20° va 25° burchakli variantlari 60–120 km/soat tezliklarda qiyosiy tahlil qilindi. Natijalar 20° burchak eng past havo qarshilik koeffitsienti (C_d = 0,62) va 10–12% yoqilg‘i tejashni ta’minlashini ko‘rsatdi. Tadqiqotning amaliy hissasi mahalliy avtomobil parki uchun optimal deflektor burchagini aniqlash va energiya tejash imkoniyatini asoslashdan iborat.

Kalit so‘zlar: aerodinamik deflektor, CFD simulyatsiya, havo qarshilik koeffitsienti, yuk avtomobili, yoqilg‘i tejash, og‘ish burchagi, ANSYS Fluent, Kamaz 5490.

Аннотация. В данной статье рассматривается задача оптимизации угла наклона аэродинамического дефлектора для грузовых автомобилей, эксплуатируемых в условиях Узбекистана, методом CFD-моделирования. Исследование проведено в программе ANSYS Fluent 2023 на основе полноразмерной 3D-модели грузового автомобиля Камаз 5490 с использованием модели турбулентности k-epsilon RNG. Варианты дефлектора с углами 10°, 15°, 20° и 25° сравнивались при скоростях 60–120 км/ч. Результаты показали, что угол 20° обеспечивает наименьший коэффициент аэродинамического сопротивления (C_d = 0,62) и экономию топлива 10–12%. Практический вклад исследования заключается в определении оптимального угла дефлектора для местного автопарка и обосновании возможности энергосбережения.

Ключевые слова: аэродинамический дефлектор, CFD-моделирование, коэффициент аэродинамического сопротивления, грузовой автомобиль, экономия топлива, угол наклона, ANSYS Fluent, Камаз 5490.

Abstract. This article addresses the optimization of the inclination angle of an aerodynamic deflector for trucks operated under the conditions of Uzbekistan using the CFD simulation method. The study was carried out in ANSYS Fluent 2023 based on a full-scale 3D model of the Kamaz 5490 truck using the k-epsilon RNG turbulence model. Deflector variants with angles of 10°, 15°, 20° and 25° were compared at speeds of 60–120 km/h. The results showed that the 20° angle provides the lowest drag coefficient (C_d = 0.62) and fuel savings of 10–12%. The practical contribution of the study lies in determining the optimal deflector angle for the local vehicle fleet and substantiating the potential for energy saving.

Keywords: aerodynamic deflector, CFD simulation, drag coefficient, truck, fuel saving, inclination angle, ANSYS Fluent, Kamaz 5490.

KIRISH.

Zamonaviy transport tizimida yuk avtomobillarining iqtisodiy samaradorligi masalasi yildan-yilga dolzarblashib bormoqda. O‘zbekiston Respublikasida 2024-yil holatiga ko‘ra 180 mingdan ortiq yuk avtomobili faoliyat ko‘rsatib, yillik 3,5 milliard tonna-kilometr yuk tashish hajmini ta’minlaydi [1]. Shu bilan birga, transport kompaniyalari uchun eng og‘ir xarajat moddasi bo‘lmish yoqilg‘i sarfi umumiy operatsion xarajatlarning 25–35 foizini tashkil etadi. Bu raqamlar transportda energiya tejash dasturlarini ishlab chiqishni nafaqat iqtisodiy, balki milliy strategik zaruriyatga aylantiradi.

Yuk avtomobillarida aerodinamik qarshilik 80 km/soatdan yuqori tezliklarda umumiy harakat qarshiligining 30–40 foizini tashkil etadi. Aerodinamikaning asosiy qonuniga ko‘ra, havo qarshilik kuchi tezlik kvadratiga proporsional bo‘lgani uchun yuqori tezliklarda bu ko‘rsatkich yanada oshadi [2]. Shuning uchun aerodinamik deflektor — kabina tom qismiga o‘rnatiladigan oddiy, lekin samarali qurilma — yoqilg‘i sarfini kamaytirish imkonini beruvchi eng keng tarqalgan va arzon yechimlardan biri hisoblanadi.

Ammo mavjud tadqiqotlarda deflektor geometriyasining — xususan, uning og‘ish burchagining — aerodinamik ko‘rsatkichlarga ta’siri etarlicha o‘rganilmagan. Muayyan o‘lchamlar bilan tayyorlangan deflektor har bir yuk avtomobili modeli uchun universal bo‘lavermaydi: kabina balandligi, trailer o‘lchamlari va yo‘l sharoitlari bir-biridan farq qiladi. Tadqiqotning ilmiy yangiligi aynan shu bo‘shliqni to‘ldirishga — O‘zbekistonda keng tarqalgan yuk avtomobili uchun deflektor burchagining optimal qiymatini aniqlashga qaratilgan.

Tadqiqotning asosiy maqsadi — turli burchak qiymatlaridagi aerodinamik deflektor variantlarini CFD simulyatsiya usuli yordamida qiyosiy tahlil qilish va O‘zbekiston sharoitidagi yuk avtomobillari uchun eng maqbul konstruksiyani aniqlashdir.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

ISSN 3030-3907

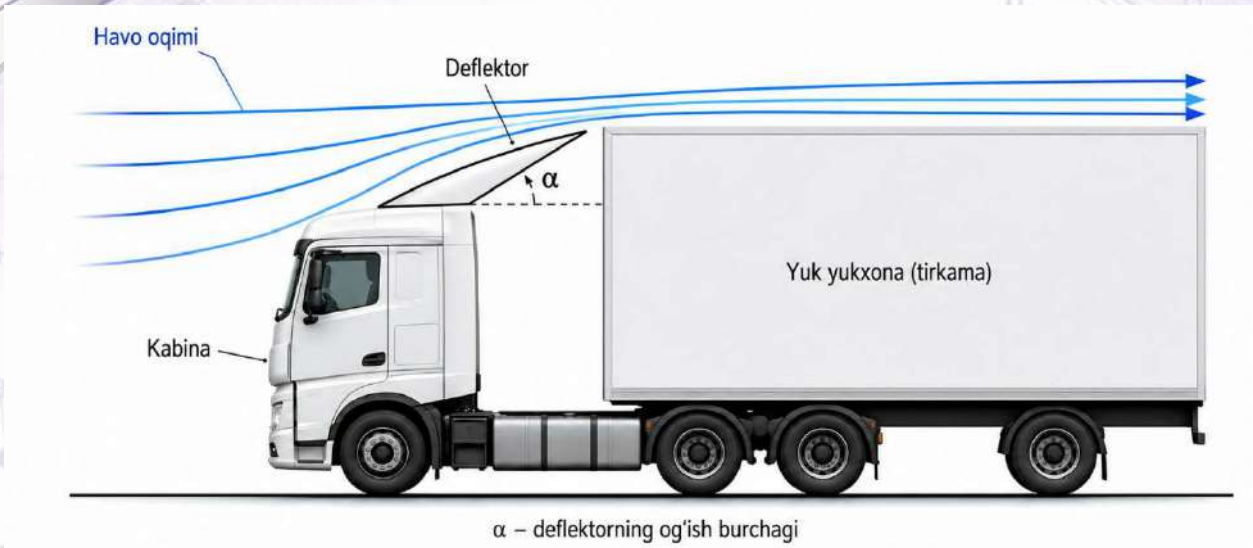
Avtomobil aerodinamikasi sohasidagi fundamental ishlarda havo qarshiligi va tezlik o‘rtasidagi kvadratik bog‘liqlik hamda kabina–trailer tizimidagi oqim ajralishi hodisalari batafsil o‘rganilgan [2]. Yuk avtomobillari uchun yoqilg‘i tejovchi qurilmalarni CFD usulida tadqiq etgan ishlarda hisoblash gidrodinamikasi tajriba sinovlariga muqobil, ishonchli vosita sifatida tan olingan va deflektor kabi qurilmalar havo qarshiligini sezilarli kamaytirishi ko‘rsatilgan [3]. Vertikal yo‘naltiruvchi plastinalar yordamida qarshilikni pasaytirish bo‘yicha tadqiqotlarda geometrik parametr — burchak va o‘lcham — ning optimal qiymati mavjudligi, undan chetlashganda esa samaradorlik pasayishi aniqlangan [4]. Shamol tunnelidagi to‘lao‘lchamli sinovlar esa real sharoitda deflektorlar 10–15 foizgacha yoqilg‘i tejash berishini tasdiqlagan [5]. Shu bilan birga, ushbu ishlarning aksariyati Yevropa va Shimoliy Amerika avtomobil parkiga mo‘ljallangan bo‘lib, mahalliy modellar uchun burchakni individual optimallashtirish masalasi ochiq qolmoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Tadqiqot ANSYS Fluent 2023 dasturiy kompleksida amalga oshirildi. O‘zbekistonda keng tarqalgan Kamaz 5490 yuk avtomobilining to‘liq hajmli 3D modeli yaratildi. Turbulentlik modeli sifatida k-epsilon RNG tanlandi — bu model murakkab geometriyali yirik ob’ektlar uchun yaxshi natija berishi ilmiy adabiyotlarda tasdiqlangan [3]. Hisoblash tarmog‘i 8–12 million poliedr elementdan iborat bo‘lib, havo oqimi eng tez o‘zgaradigan mintaqalarda — kabina yuzasi va deflektor atrofida — maxsus qalinlashtirilgan. Havo zichligi 1,184 kg/m³ (20 °C, dengiz sathi), dinamik qovushqoqligi $1{,}82\times10^{-5}$ Pa·s qabul qilindi.

Deflektor burchagining ta’sirini aniqlash uchun to‘rtta variant sinaldi: 10°, 15°, 20° va 25°. Deflektor balandligi barcha variantlarda 40 sm, eni esa kabina kengligiga teng qilib qoldirildi. Har bir variant uchun simulyatsiya 60, 80, 100 va 120 km/soat tezliklarida ishga tushirildi. Asosiy hisoblash ko‘rsatkichi sifatida havo qarshilik koeffitsienti (C_d) va undan kelib chiqqan yoqilg‘i tejash foizi tanlandi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Aerodinamik deflektor o‘rnatilgan yuk avtomobili va havo oqimi sxemasi

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

CFD simulyatsiyasi natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Turli burchakli deflektorlar uchun CFD simulyatsiya natijalari (v = 80 km/soat)

Deflektor burchagi	C_d qiymati	C_d kamayishi, %	Yoqilg‘i tejash, % (80 km/soat)
Bazaviy (deflektorsiz)	0,78	—	—
10°	0,70	10,3	5–6
15°	0,65	16,7	8–10
20°	0,62	20,5	10–12
25°	0,64	17,9	9–11

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, deflektor burchagi ortib borgan sari C_d qiymati kamayib, ma’lum bir optimal nuqtaga yetgach yana oshib ketadi. 20° burchak eng past C_d qiymatini — 0,62 ni berdi, bu bazaviy holatga nisbatan 20,5 foiz yaxshilanishni anglatadi. Yoqilg‘i tejash esa 80 km/soat tezlikda 10–12 foizga yetdi. Bu 15° burchakka nisbatan 3–4 foiz qo‘shimcha samaradorlik demakdir.

25° burchakda C_d qiymati 0,64 ga oshdi — 20° ga nisbatan yomonroq. Buning sababi havo oqimining deflektor yuzasidan uzilishi (flow separation) boshlanishidir: haddan ortiq tik burchakda deflektor havo oqimini yuqoriga yo‘naltirish o‘rniga unga qo‘shimcha to‘siq bo‘la boshlaydi. Bu hodisa aerodinamik optimallashtirish sohasida yaxshi ma’lum bo‘lib, burchak tanlashda «oltin o‘rta»ni topish muhimligini yana bir bor tasdiqlaydi [4].

10° burchakli variant nisbatan past samara berdi: C_d atigi 0,70 gacha tushdi — burchak kichikligi sababli deflektor havo oqimini etarlicha ko‘tara olmaydi.

ISSN 3030-3907

Shunday qilib, Kamaz 5490 uchun optimal burchak 18–22° oralig‘ida ekanligini taxmin qilish mumkin; keyingi tadqiqotda bu intervalda qo‘shimcha variantlar — 18° va 22° — tahlil qilinishi maqsadga muvofiq.

Qiziqarli holat shundan iboratki, 15° burchak adabiyotlarda ko‘p keltirilgan standart qiymat bo‘lishiga qaramay [5], bizning simulyatsiyamiz uni optimal emasligini ko‘rsatdi. Bu holat Kamaz 5490 ning kabina va trailer o‘lchamlari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin: umumiy Yevropa yo‘l kengliklariga mo‘ljallangan klassik yechimlar O‘zbekistonning mahalliy avtomobil parki uchun to‘liq mos kelmaydi. Shu nuqtai nazardan mahalliy sharoitga moslashtirilgan tadqiqotlar o‘tkazish zaruriyati aniq namoyon bo‘lmoqda.

Amaliy ahamiyatini baholash uchun quyidagi hisob-kitob bajarildi: 15° o‘rniga 20° burchakli deflektor o‘rnatilgan Kamaz 5490 yiliga 40 ming km yo‘l bosgan taqdirda qo‘shimcha yoqilg‘i tejash taxminan 400–600 litrni tashkil etadi. Dizel narxi 9 000 so‘m/litr hisobida yillik qo‘shimcha foyda 3,6–5,4 million so‘mga teng. Burchakni 15° dan 20° ga o‘zgartirish esa deyarli hech qanday qo‘shimcha xarajat talab etmaydi — bu faqat ishlab chiqarish bosqichidagi konstruktiv qaror.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Olib borilgan tadqiqot natijasida quyidagi xulosalar qilindi. Birinchidan, deflektor og‘ish burchagi aerodinamik ko‘rsatkichlarga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi va bu parametr avtomobil modeliga qarab individual tanlash zaruriyatini talab etadi. Ikkinchidan, Kamaz 5490 yuk avtomobili uchun optimal burchak 20° atrofida ekanligi aniqlandi — bu an’anaviy qo‘llaniladigan 15° qiymatiga nisbatan 3–4 foiz qo‘shimcha yoqilg‘i tejashni ta’minlaydi. Uchinchidan, CFD simulyatsiyasi metodi ishonchli va tejamkor asbob sifatida har bir avtomobil modeli uchun individual hisob-kitob o‘tkazishga imkon beradi.

Kelajak tadqiqotlarda 18–22° oraliqni batafsilroq o‘rganish, shuningdek, haqiqiy yo‘l sinovlari yordamida CFD natijalarini eksperimental tasdiqlash ko‘zda tutilmoqda. Bundan tashqari, burchak bilan birga deflektor shakli (yassi, qavariq, qo‘shaloq yuzali) va materialini ham optimallashtirish yangi ilmiy imkoniyatlar ochadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi. Transport va aloqa 2024. – Toshkent, 2024.
2. Hucho W.H., Sovran G. Aerodynamics of road vehicles // Annual Review of Fluid Mechanics. – 1993. – Vol. 25. – P. 485–537. https://doi.org/10.1146/annurev.fl.25.010193.002413
3. Malviya V., Mishra R., Fieldhouse J. CFD investigation of a novel fuel-saving device for articulated tractor-trailer combinations // Engineering Applications of

Computational Fluid Mechanics. – 2009. – Vol. 3, № 4. – P. 587–607. https://doi.org/10.1080/19942060.2009.11015293

4. Gilliéron P., Kourta A. Aerodynamic drag reduction by vertical splitter plates // Experiments in Fluids. – 2010. – Vol. 48, № 1. – P. 1–16. https://doi.org/10.1007/s00348-009-0705-7

5. Leuschen J., Cooper K.R. Full-scale wind tunnel tests of production and prototype, second-generation aerodynamic drag-reducing devices for tractor-trailers // SAE Technical Paper 2006-01-3456. – 2006. https://doi.org/10.4271/2006-01-3456