

AVTOMOBIL KUZOVI YUZASIDAN O'TUVCHI HAVO OQIMINI VIRTUAL SINOV DASTURLARIDA SIMULYATSIYA QILISH

Qayumov Bahrom Abdullajonovich ¹

¹ Andijon mashinasozlik instituti, "Avtomobilsozlik" kafedrası dotsenti, PhD

e-mail: kayumov.bahrom74@gmail.com

[tel: +998979907401](tel:+998979907401)

Ergashev Doston Pratovich ¹

¹ Andijon mashinasozlik instituti, "Avtomobilsozlik" kafedrası tayanch doktoranti

e-mail: dostonpratovich@mail.ru

[tel: +998999089899](tel:+998999089899)

MAQOLA MALUMOTI

ANNOTATSIYA:

MAQOLA TARIXI:

Received: 13.05.2025

Revised: 14.05.2025

Accepted: 15.05.2025

KALIT SO'ZLAR:

Havo oqimi,
aerodinamika, virtual
sinov dasturlari, suyuqlik
va gazalar dinamikasi,
modellash tirish

Avtomobillarda havo oqimi qanday o'tayotganligini turli usullarda aniqlash mumkin. Mavjud aerodinamik trubalarda havo oqimi o'tishini aniqlash uchun rangli tutunlardan foydalaniladi. Lekin zamonaviy fan va texnologiyalarning rivojlanishi natijasida virtual ravishda sinov o'tkazish imkoniyatlarini yaratdi. O'tkazilgan tadqiqotlar orqali virtual sinov dasturlaridan foydalanib, havo oqimini avtomobil kuzovi yuzasidan qanday o'tayotganligi va qayerlarda uyurmaviy oqimlar paydo bo'layotganligini aniqlash imkoniyati yaratildi. Natijada avtomobil yuzasiga havo ta'sir qilish yo'nalishlari va kuchlari aniqlandi. Bundan tashqari Unigraphics NX dasturida qo'yilgan masala qanday hal etilishi bayon etildi.

KIRISH. Avtomobillarning kuzovini aerodinamik ko'rsatkichlarini yaxshilash va konstruksiyani takomillashtirish xavfsizlik, yonilg'i tejamkorligi, tezlik va dinamik xususiyatlari, ergonomikasi kabi ko'rsatkichlarini yaxshilaydi [1,2,3]. Avtomobilni

loyihalashtirish bosqichida uni soddalashtirishni takomillashtirish bo'yicha chora-tadbirlarni ishlab chiqish uchun aerodinamik xarakteristikalarining kuzovni shakllantirishdagi asosiy parametrlari bilan bog'laydigan matematik bog'liqliklar zarur. Bunday bog'liqliklarning mavjudligi loyihalash jarayonida maqsadga muvofiq ravishda kuzov shaklidagi o'zgarishlarni amalga oshirishga imkon beradi, shu bilan birga ushbu o'zgarishlar va qo'shimchalarning loyihalanayotgan avtomobilning aerodinamik xususiyatlariga ta'siri darajasini miqdoriy jihatdan baholay oladi [3].

Virtual sinov dasturlari muhandislarga bir qancha yengilliklar yaratishga xizmat qiladi. Bular jumlasiga havo oqimining sinalayotgan obyektga ta'sirini vizualizatsiya qilish, sinash va tahlil qilish imkoniyatlarini kiritish mumkin. Yangi texnologiyalar model dizayni samaradorligini baholashga va bu orqali vaqt, kuch va harajatlarni tejashga yordam beradi. Avtomobil ishlab chiqaruvchilari virtual sinovlar ishlab chiqilmagunga qadar bir qancha qiyinchiliklarga duch kelishgan. Sinovlar haqiqiy o'lchamlardagi modellarning o'zida bajarilgan. Inobatga olinmagan xatoliklar oqibatida yonilg'i tejamkorligi ko'p bo'lgan avtomobil modellari istemolga qo'yilgan. Loyihalash bosqichida hal qilinishi kerak bo'lgan muammolar tadqiq etilmay qolgan [1].

CFD (Computational Fluid Dynamics) dasturlari bir qancha sohalarda qo'llanilmoqda:

- Uchuvchi jismlar aerodinamikasi;
- Elektronika mahsulotlari (batareya, akumlyator va h.k.)ni sovutishni simulyatsiya qilish;
- Arxitektura sohasida isitish, sovutish va ventilyatsiya bilan bog'liq muammolarni - bartaraf etish;
- Avtomobillarning aerodinamik xususiyatlarini aniqlash;

CFD dasturlari 3ta bosqichda sinov ishlarini bajaradi:

1. Ma'lumotlar va parametrlarni kiritish. Bu bosqichda oqim tavsiflari beriladi. Obyekt kichik bo'laklarga bo'linadi. Bo'lak o'lchamining kichikligi natijaning aniqligiga xizmat qiladi.

2. Muammoni hal etish. Ushbu bosqichda havo oqimi va obyekt o'rtasidagi munosabatlar turli matematik tenglamalar asosida tezkor hal etiladi.

3. Vizualizatsiya bosqichida foydalanuvchilar o'zlariga qulay ravishda sinov natijalarini ko'rishlari mumkin. Bundan tashqari jadvallar, grafiklar olish imkoniyati ham mavjud bo'ladi.

CFD dasturlarining afzallik taraflari quyidagilar:

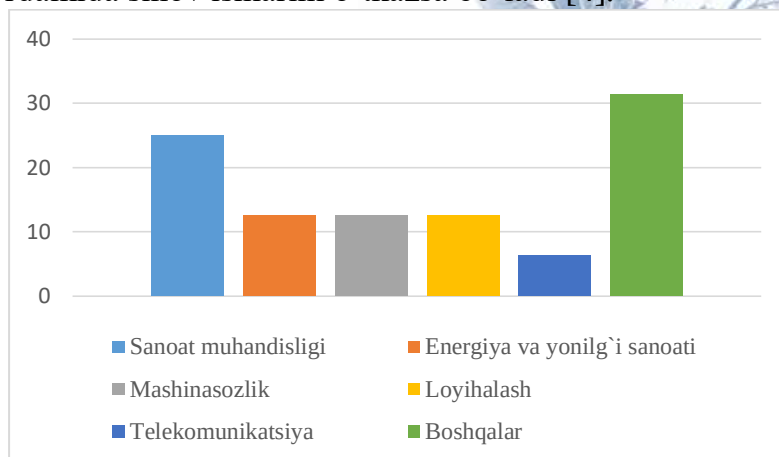
Agar sinovning hisob ishlari qo'lda bajarilsa, ko'p vaqt talab etadi. Qolaversa xatoliklarga yo'l qo'yilishi mumkin. CFD dasturlari tenglamalarni yuqori tezlik va aniqlik bilan hal qilib vaqtni tejashga yordam beradi.

Loyihalash jarayonining boshidayoq sinalayotgan obyektning shakli, o'lchamlari tuzilishi kabi parametrlarini o'zgartirish imkonini beradi. Simulyatsiya yerning tortish kuchi, yorug'lik va boshqa real hodisa va sharoitlarni inobatga oladi. Sinov davrida atrof-muhit sharoitini oson boshqarish mumkin bo'ladi.

Virtual sinovlarda foydalanib kelinayotgan CFD dasturiy ta'minotlari

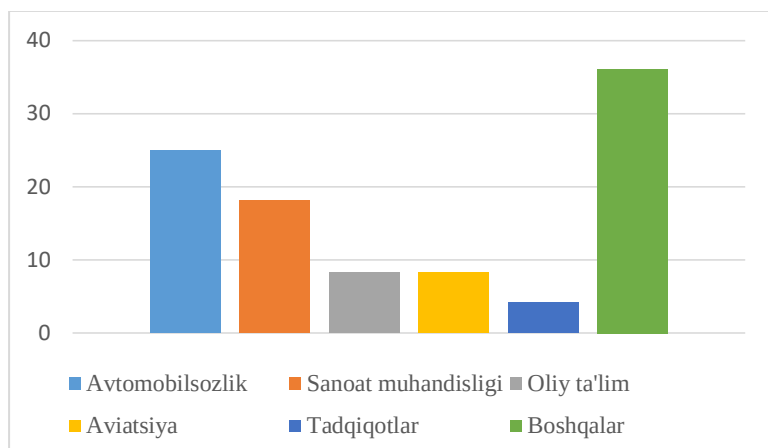
AutoDesk CFD – gazlar va suyuqliklar oqimini prognoz qilish uchun yaxshi dasturiy vositalardan sanaladi va oqimlar harakatini bilish uchun jismoniy prototiplarga bo'lgan ehtiyojni minimallashtiradi. Bundan tashqari issiqlik hodisalarini ham kuzatish mumkin bo'ladi. Issiqlik hodisalarini nafaqat suyuqlik va gazlar uchun balki qattiq jismlarda ham qo'llash imkoniyati mavjud.

AutoDesk CFD sinalayotgan modelning geometriyasiga o'zgartirish kiritish uchun Fusion 360 dasturi bilan integratsiyasi mavjud. Yuqorida aytilgani kabi obyektни kichik bo'laklarga bo'lish usulidan foydalaniladi va dasturni masofadan turib boshqa kompyuter yordamida sinov ishlarini o'tkazsa bo'ladi [4].



1-rasm. AutoDesk CFD dasturiy ta'minotidan foydalanishning sohalaridagi ulushi

SimScale dasturiy ta'minoti onlayn tarzda ishlaydi va foydalanuvchidan kuchli parametrlı kompyuter bo'lishini talab etmaydi. Ushbu dastur bir qancha serverlardan parallel ravishda foydalanishi mumkin, bu esa sinov vaqti qisqarishiga sabab bo'ladi. SimScale kompaniyasining CFD dasturi suyuqlik oqimining murakkab tenglamalarini aniq raqamli usullar bilan yecha oladi. Trubulent va laminar oqimni ta'minlaydi. Dasturning yana bir imkoniyati turli suyuqliklar yoki turli gazlar simulyatsiyasini ham bajara oladi. Misol uchun suv va moy kabi mahsulotlarni bir biriga aralashtirmagan holda tashqi ta'sirdagi harakatini vizualizatsiya qilish mumkin bo'ladi.



2-rasm. SimFlow dasturiy ta'minotidan foydalanishning sohalardagi ulushi

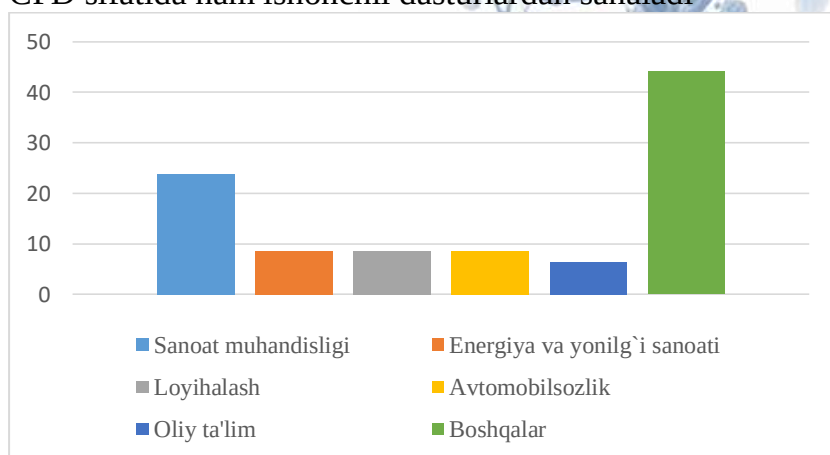
Ansys. Har qanday muhandislik muammolarini tez va samarali hal etish uchun Ansys dasturiy ta'minoti qo'llaniladi. Optimallashtirish, kuchlar ta'sirida deformatsiyalanish, suyuqlik va gaz ustida tajribalar kabi imkoniyatlarga ega ushbu dastur zamonaviy muhandislar dunyosida tanilgan vosita hisoblanadi. CFD dasturidan tashqari Ansys boshqa turdagi simulyatsiyalarni ham bajaradi. Ularning mashxurlari:

Ansys Fluent – aniq darajadagi modellash uchun mo'ljallangan

Ansys CFX – Turbomashinasozlikdagi yuqori aniqlik darajasiga ega

Ansys Chemkin-Pro – murakkab kimyoviy jarayonlarni simulyatsiya qilish uchun mo'ljallangan.

CFD sifatida ham ishonchli dasturlardan sanaladi



3-rasm. ANSYS dasturiy ta'minotidan foydalanishning sohalardagi ulushi

Unigraphics NX dasturiy ta'minoti ANSYS kabi ko'plab muhandislik masalalarini hal etadi. Hozirda O'zbekiston Respublikasi hududidagi avtomobil sanoati ishlab chiqaruvchilari asosan shu dasturdan foydalanib kelishmoqda[5]. Unigraphics NX da

avtomobil kuzovida havo oqimini harakatini simulatsiya qilish quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

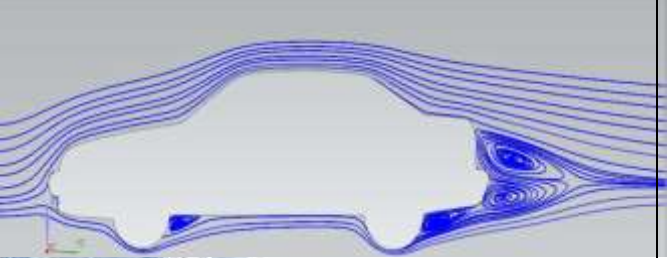
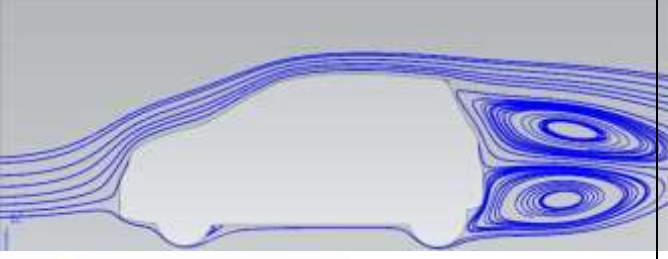
NX.10 dasturida avtomobilni aerodinamik tahlil qilish uchun avval uning uch o'lchamli modeli loyihalanadi. Loyihalangan modelni to'g'ri burchakli parallelepiped ichiga joylashtiriladi. Bu parallelepiped havoli muhitni ifodalaydi.

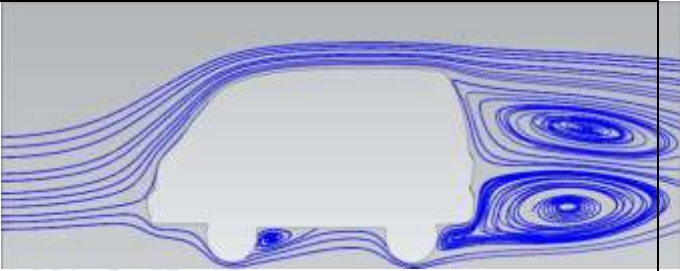
Application bo'limidagi **Advanced simulation** buyrug'i beriladi. Keyingi amal **New FEM** and simulation tanlanadi. Hosil bo'lgan oynaning muammoni yechish qatoriga **NX THERMAL/FLOW**, tahlil turiga **Flow** ko'rsatiladi va **OK** tugmasi bosiladi. **Active simulation** bo'limi ishga tushiriladi. Navbatdagi kiritiluvchi ma'lumotlar **Simulation object type** bo'limi orqali beriladi. Bo'limning **Fluid domain** so'roviga parallelepiped ko'rsatilib, **Fluid** material yacheykasiga **Air(havo)** belgilanadi. **Flow boundary condition** so'roviga havoning kirish va chiqish tomonlari ko'rsatiladi. Bundan tashqari avtomobilga ta'sir qiluvchi havoning tezligi ham kiritilishi zarur. Barcha parametrlar berilgach, **Solve** tugmasi bosiladi. Biroz vaqt o'tgach natijalarni tahlil qilish uchun qulay va tushunarli bo'lgan model hosil bo'ladi.

Natijalar havo oqimining tezligi, bosimi va harorati bo'yicha beriladi. Oqim chiziqlari avtomobil kuzovidan qanday o'tayotganligini ham ko'rish mumkin.

1-jadval.

Havo oqimi harakat chiziqlari

Neksiya avtomobilidan o'tuvchi havo oqimining harakatlanish chiziqlari. Kuzovning orqa qismida uyurmalarining kamligi avtomobilning havo qarshiligini yengish qobiliyati yaxshiligini ifodalaydi.	
Spark avtomobilidan o'tuvchi havo oqimining harakat chiziqlari. Spark avtomobilida ham orqa qismida havo uymalari mavju ekanligini ko'rish mumkin.	

Damas avtomobilidan o'tuvchi havo oqimining harakat chiziqlari. Taqqoslanganda havo qarshiligini yengib o'tishi eng yomon bo'lgan avtomobil sanaladi. Simulatsiya natijalaridan ham buni ko'rish mumkin.	
---	--

Xulosa. Avtomobillarga havoning qarshiligini aniqlash usullari ichida eng tez va samarali usullardan biri bu virtual sinov dasturlaridir. Maqolada faqatgina havo oqimini vizualizatsiya qilish ko'rib chiqildi. Lekin hozirgi kunda foydalanilayotgan dasturlar ko'plab masalalarni hal qila oladi. Eng keng qo'llanilayotgan dasturlar orqali avtomobil dizaynini optimal variantini ham taqdim etadi.

Shuni ta'kidlash joizki, CFD dasturlari natijalari har doim ham to'liq ishonchli degani emas. Chunki dastur yaratilayotganda kiritilgan formulalar atrof-muhit sharoitini to'la to'kis ifoda etolmaydi. Shuning uchun CFD dasturlaridan tadqiqotlar uchun foydalanishga eng ishonchlisini tanlab olish kerak bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Ukita T., China H., Kanie K. Analysis of vehicle wind throb using CFD and flow visualization. – SAE Technical Paper, 1997. – №. 970407.
2. Евграфов А . Н . Аэродинамика автомобиля: учебное пособие. - М.: МГИУ , 2010. - 356с.
3. Avtomobil kuzoviga o'rnatiladigan elementlarining uning aerodinamik ko'rsatkichlariga ta'siri/ B.A.Qayumov va boshqalar.//AndMI, Mashinasozlik ilmiy-texnika jurnali -2022 – Maxsus son – 418-422 bet.
4. Kayumov B. A., Ergashev D. P. Design and test results of wind tunnel for car prototypes //Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. – 2023. – T. 11. – №. 1. – C. 81-90.
5. Qayumov B. A., Ergashev D. P. Miniven tipidagi avtomobil kuzoviga havoning qarshilik kuchini aniqlash //Research and Education.-2023/-T.
6. Каюмов Б. А., Эргашев Д. П. Анализ воздушной силы цилиндров и конусов в программе виртуальных испытаний. – 2022.