

“COMSOL MULTIPHYSICS DASTURINING YARATILISH TARIXI VA BOSHQA DASTURLARDAN USTUN JIHATLARI

Xabibullayeva Gulchehra Jaxongir qizi

Farg'ona Davlat Texnika Universiteti Arx va Qurilish fakulteti

M7-25 MKQ guruh magistranti, O'zbekiston

gulixabibullayeva25@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada zamonaviy ilm-fan va muhandislik sohalarida keng qo'llanilayotgan COMSOL Multiphysics dasturi haqida so'z yuritiladi. Ushbu dastur ko'p fizikaviy jarayonlarni bir vaqtning o'zida modellashtirish va tahlil qilish imkoniyatiga ega bo'lib, mexanika, issiqlik uzatish, elektromagnetizm, suyuqliklar dinamikasi, kimyo va biotibbiyot singari ko'plab yo'nalishlarda samarali qo'llaniladi. Maqolada COMSOL Multiphysics dasturining kuchli tomonlari, zaif tomonlari, imkoniyatalari, va ushbu dasturning raqobatchilari haqida so'z yuritiladi.

Kalit so'zlar: COMSOL Multiphysics, kompyuter modellashtirish, multiphysics, differensial tenglamalar, issiqlik almashinuvi, elektromagnetizm, mexanika, suyuqliklar dinamikasi, ilmiy tadqiqotlar, simulyatsiya, energiya samaradorligi.

Zamonaviy ilm-fan va muhandislik sohalarida murakkab tizimlarni tahlil qilish va loyihalash uchun kompyuter modellashtirish va simulyatsiya vositalari muhim ahamiyatga ega. Shu lardan biri — COMSOL Multiphysics dasturi bo'lib, u ko'p fizik hodisalarni bir vaqtning o'zida o'rganishga imkon beruvchi kuchli simulyatsiya platformasidir. U yordamida mexanika, issiqlik o'tishi, elektromagnetizm, suyuqliklar dinamikasi va boshqa ko'plab fizikaviy jarayonlarni matematik modellarga asoslanib yechish mumkin.

COMSOL dasturining rivojlanish tarixi. COMSOL Inc. kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan bu dastur 1986 yilda yaratilgan bo'lib, o'sha paytdan

boshlab doimiy ravishda rivojlantirilmoqda. COMSOL dasturi fizik jarayonlarni matematik tenglamalar — asosan differensial tenglamalar asosida modellashtiradi va Finite Element Method (FEM) — Chegara Elementlari Usuli yordamida ularni yechadi.

COMSOL Multiphysics dasturining asosiy imkoniyatlari Ko'p fizik hodisalarni modellashtirish (Multiphysics): COMSOL bir vaqtning o'zida issiqlik, mexanik, elektromagnit, suyuqliklar va boshqa ko'plab fizik jarayonlarni o'zaro bog'liq holda modellashtirish imkonini beradi. Masalan, elektr maydon ta'sirida yuzaga keladigan issiqlik va uning materialga ta'siri, yoki suyuqlik oqimi bilan birga mexanik stressni tahlil qilish mumkin.

Materiallar va parametrlar bazasi: COMSOL dasturida turli materiallarning fizik xususiyatlari (masalan, issiqlik o'tkazuvchanligi, elektromagnit o'tkazuvchanlik, elastiklik moduli) saqlanadi. Shuningdek, foydalanuvchilar o'zlariga kerakli material parametrlarini qo'lda kiritishi mumkin. Modul va kengaytmalar: Dastur ko'plab sohalarga mo'ljallangan maxsus modullarga ega: Elektr magnit maydonlar, issiqlik uzatish, strukturalar va mexanika, suyuqliklar oqimi, kimyoviy reaksiyalar va boshqalar. Bu modullar foydalanuvchilarga soha bo'yicha maxsus vositalarni taklif etadi.

Yechish usullari: COMSOL FEM usuli orqali murakkab matematik tenglamalarni yechadi. Shuningdek, u iteratsion va to'liq yechim usullarini qo'llab-quvvatlaydi, katta va murakkab modellarni samarali tahlil qilish imkoniyatini beradi. Natijalarni vizualizatsiya qilish: Simulyatsiya natijalari 2D va 3D grafikalar, kontur xaritalari, animatsiyalar va diagrammalar shaklida ko'rsatiladi. Bu foydalanuvchilarga natijalarni yaxshiroq tushunishga va ulardan xulosa chiqarishga yordam beradi.





O'zbekistonda COMSOL Multiphysics dasturining o'rni va foydalanilishi. COMSOL Multiphysics dasturi O'zbekistonda so'nggi yillarda ilmiy tadqiqotlar, muhandislik loyihalari va oliy ta'lim jarayonida tobora keng qo'llanilmoqda. Dastur yordamida murakkab fizik jarayonlarni raqamli muhitda modellashtirish imkoniyati mavjudligi sababli u ko'plab ilmiy loyihalarda qo'llanib kelmoqda.

COMSOL dasturining yaratilish tarixi. COMSOL dasturi 1986-yilda Shvetsiyaning Goteborg shahrida tashkil etilgan COMSOL AB kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan. Dastur dastlab muhandislik sohasida, xususan, elektr-mexanik va termodinamik tizimlarning modellashtirilishi uchun mo'ljallangan edi. Kompaniya ilmiy va sanoat tadqiqotlarida simulyatsiya metodlarini ilgari surish va yangi usullarni ishlab chiqishga intildi. COMSOL dasturi ko'p yillar davomida rivojlanib, hozirgi kunda keng turdagi fizik jarayonlarni simulyatsiya qilish imkoniyatlarini taqdim etadi. Dastur bir nechta fizik fenomenga, masalan, issiqlik o'tkazish, mexanik yuklanish, akustika, elektromagnit maydonlar, kimyoviy reaksiyalar va boshqalarga oid modellarni yaratishda qo'llaniladi.

COMSOL dasturi "multiphysics" (ko'p fizikalar) deb ataladigan yondashuvni ilgari suradi, ya'ni bir nechta fizik hodisalarni birgalikda modellashtirishga imkon beradi. Bu o'ziga xos yondashuv o'zgaruvchan va o'zaro ta'sir etuvchi fizik jarayonlarni aniq hisoblashni ta'minlaydi.

Matematik va fizik bo'limlaridagi qulayliklar. COMSOL Multiphysics dasturi ko'plab matematik va fizik modellarni hisoblashda qulayliklar yaratadi. Asosiy afzalliklaridan biri — uning foydalanuvchi interfeysi intuitiv bo'lib, ilgari matematik modellar bilan ishlamagan foydalanuvchilar ham uni o'zlashtirishi mumkin.

2.1. Ko'p Fizika Modellarini Simulyatsiya Qilish

COMSOL dasturining eng katta afzalliklaridan biri — uning "multiphysics" imkoniyatidir. Bir nechta fizik hodisalarni bir vaqtning o'zida modellashtirish imkoniyati dasturga bir nechta sohalarda, masalan, mexanika, issiqlik, elektromagnit, kimyo, akustika va boshqa sohalarda yuqori samaradorlik bilan ishlash imkoniyatini beradi. Bu xususiyat ayniqsa, turli tizimlarda bir-biriga ta'sir qiluvchi bir nechta jarayonlarni simulyatsiya qilishda juda foydalidir.

2.2. Xususiy Ekranlar va Modellashtirish Qobiliyati

COMSOL o'zining GUI (Graphical User Interface) orqali foydalanuvchilarga modellashtirishni osonlashtiradi. Grafik interfeys orqali foydalanuvchi tizimning geometriyasini yaratishi, materiallar parametrlarini kiritishi va matematik tenglamalarni tanlashi mumkin. Modellashtirish jarayonida foydalaniladigan fizikada kengaytirilgan integratsion va differensial tenglamalar COMSOL tomonidan avtomatik ravishda hisoblanadi.

2.3. Moslashuvchan Model tuzish

Dasturning matematik modeli ko'plab tenglamalar orqali tuziladi. Masalan, COMSOL-da diferensial tenglamalar, integral tenglamalar, va boshqa murakkab matematik ifodalar yordamida fizik jarayonlar modellashtiriladi. Dasturda model yaratishda xususiy soha yoki tizimga moslashish uchun foydalanuvchilar keng imkoniyatlarga ega.

3. Boshqa Dasturlardan Ustun Jihatlar

COMSOL Multiphysics boshqa modellashtirish va simulyatsiya dasturlaridan turli jihatlardan ustun hisoblanadi.

3.1. Ko'p Fizikalar Modellashtirish (Multiphysics)





COMSOL-ning asosiy ustunliklaridan biri — uning ko'p fizikalar modellashtirish imkoniyatidir. Bu imkoniyat foydalanuvchilarga bir nechta fizik hodisalarni birgalikda hisoblash va ularning o'zaro ta'sirini modellash imkonini beradi.

Bu dasturni bir misol orqali ko'rib chiqamiz. Berilgan misolda: mis(CU), issiqlik sig'imi $C_p = 450 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$, zichligi $\rho = 7870 \text{ kg/m}^3$

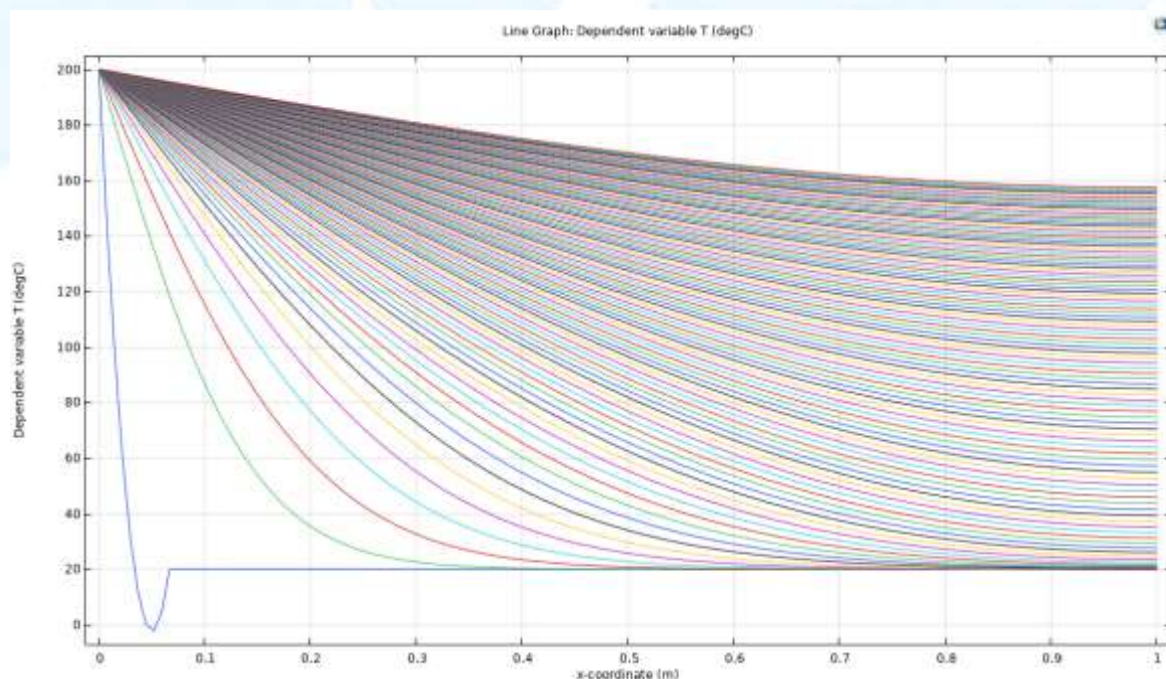
$\lambda = 80 \frac{\text{W}}{\text{m}} \cdot \text{K}$. Ichki issiqlik manbalari mavjud bo'lgan issiqlik o'tkuzuvchanlik masalasini Mac Carmack usulida ishlab chiqamiz COMSOL dasturi orqali.

Formulalardan foydalanamiz.

$$e_a \frac{\partial^2 T}{\partial t^2} + d_a \frac{\partial T}{\partial t} + \nabla \cdot (-c \nabla T - \alpha T + \gamma) + \beta \cdot \nabla T + aT = f$$

$$\nabla = \frac{\partial}{\partial x}$$

(1)



Ushbu grafik xosib bo'ldi.

COMSOL Multiphysics 6.2 da qiymatimiz chiqdi 100 min da $x=166,6$ $y=0,57$ erishdik.

Xulosa. COMSOL Multiphysics dasturi — murakkab tizimlarni bir vaqtning o'zida ko'p fizikaviy jarayonlarni modellashtirish uchun ajoyib vosita. Bu dastur tadqiqotchilar va muhandislar uchun yangi imkoniyatlar eshigini ochib, loyihalarni aniqroq va samaraliroq amalga oshirishga yordam beradi va bu dasturdan biz ham foydalanib turli xil sterjinlarga bir xil issiqlik berish orqali belgilangan gradusga borishini vaqtlar kesimida o'rgandik.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. **COMSOL Multiphysics® User's Guide.** COMSOL Inc., 2023.
2. **COMSOL Multiphysics® Reference Manual.** COMSOL Inc., 2023.
3. Anders Logg, Kent-Andre Mardal, Garth Wells. *Automated Solution of Differential Equations by the Finite Element Method: The FEniCS Book.* Springer, 2012.
4. J. N. Reddy. *An Introduction to the Finite Element Method.* McGraw-Hill, 2019.
5. Sayyora Mamatkulova. *Makkajo'xori so'tasining piroliz jarayonining kinetikasini COMSOL Multiphysics yordamida modellashtirish,* Termiz davlat universiteti ilmiy maqolasi, 2022.
6. Farzona Usanova. *Mato va charmga silikon organik qoplamalar yordamida ishlov berish texnologiyasini COMSOL yordamida o'rganish,* ilmiy tadqiqot ishi, 2023.
7. COMSOL Inc. Rasmiy veb-sayti: <https://www.comsol.com> (so'nggi kirish: 2025-yil).
8. ResearchGate, ScienceDirect va IEEE Xplore bazalarida joylashtirilgan ilmiy maqolalar (2020–2024 yillar).